

**Untersuchungen über das Verhalten
der Kahnbeinfrakturen der Hand, am Krankengut
der chirurgischen Klinik der Universität München,
aus den Jahren 1951 mit 1955**

Heinz J. Dehmel



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DEM RÖNTGENINSTITUT BEI DER CHIRURGISCHEN KLINIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Vorstand: Prof. Dr. med. A. KOHLER
beigegliedert
DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. med. E. K. FREY

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS VERHALTEN DER KAHNBEIN-
FRAKTUREN DER HAND, AM KRANKENGUT DER CHIRUR-
GISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN, AUS DEN
JAHREN 1951 MIT 1955

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München



vorgelegt von
Heinz J. Dehmel
aus
München

München 1958

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. M. PÖSCHL
Mitberichterstatter:	Professor Dr. E. K. FREY
Dekan:	Professor Dr. W. BÜNGELER

Tag der mündlichen Prüfung: **10. JUNI 1958**

VORWORT

Nachdem die Heilung der Kahnbeinbrüche durch die ruhigstellende Behandlung heute in den meisten Fällen erreicht wird, werfen die Navicularefrakturen in erster Linie noch diagnostische Probleme auf. Diese Probleme einer Lösung näher zu bringen soll das Anliegen dieser Arbeit sein.

Herrn Prof. Dr. M. Pöschl sei für die Anregung zu diesem Thema sowohl, als auch für seine freundlichen Ratschläge an dieser Stelle herzlicher Dank gesagt.

München, im Frühjahr 1958

Heinz J. Dehmel.

Mit der Einführung der Röntgenstrahlen in die diagnostische Technik, lernte man eine Knochenverletzung kennen, die vordem nicht als solche erkannt worden war: Die Kahnbeinfraktur mit Pseudarthrosenbildung. Früher betrachtete man jedes geteilte Kahnbein als Mißbildung, als Naviculare bipartitum. Mit Hilfe der Röntgenstrahlen erkannte man, dass es zwar das Zustandsbild des Naviculare bipartitum gibt, dass es sich hierbei aber um eine sehr seltene Anomalie handelt, die noch dazu meistens mit anderen Fehlbildungen und Fehlfunktionen des Körpers verbunden ist (HASSELWANDER, POGROWSKI). Bei dieser Mißbildung kommt es auch zu keiner Arthrosis deformans im Handgelenk (POKROWSKI). Dagegen stand die grosse Zahl der vorhandenen Fälle mit geteiltem Kahnbein in keinem Verhältnis zu dem seltenen Vorkommen des Naviculare bipartitum.

Auch traten bei den meisten dieser Fälle starke arthrotische Veränderungen im Handgelenk auf, Es handelte sich hier um posttraumatische Pseudarthrosen, deren Ursache, eine Fraktur, oft Jahrzehnte zurücklag. - In der Folgezeit beschäftigte man sich immer mehr mit dem Problem der Kahnbeinpseudarthrose, zumal der Zustand häufig zur völligen Unbrauchbarkeit der Hand führte. Jedoch betrachtete man die Prognose des Bruches in Bezug auf knöcherne Heilung als absolut ungünstig. Noch 1922 schrieb SCHINZ, dass es keine Therapie gebe, die die Pseudarthrosenbildung nach Kahnbeinfraktur verhindern könne. Dabei wurden allerdings die Frakturen nach dem Unfall als solche meistens nicht erkannt, da man die Verletzung einfach als Distorsion des Handgelenkes auffasste, und die Röntgenaufnahme unterliess, die allein hätte Klarheit schaffen können. Das Ausbleiben der knöchernen Heilung versuchte man auf verschiedene Ursachen zurückzuführen: Von der Annahme einer hemmenden Wirkung der Synovia nahm man bald wieder Abstand, da andere intra-artikuläre Frakturen glatt heilten. Dagegen misst man der Unterbrechung der Blutversorgung durch die Fraktur noch heute viel Bedeutung bei. Auch der geringe Peristüberzug des Kahnbeins wurde immer wieder für die ausbleibende Konsolidierung verantwortlich gemacht (LÜTZELER, GEISSENDÖRFER).

Ein Wandel vollzog sich, als BÖHLER zeigte, dass bei genügend langer Ruhigstellung und früher Diagnose die Mehrzahl aller Kahnbeinfrakturen knöchern ausheilten, ohne irgendwelche Schäden im Handgelenk zu hinterlassen. BÖHLER gibt die durchschnittliche Dauer des Heilungsprozesses mit 6 Wochen an, bei Ruhigstellung des Handgelenkes mit einer ungepolsterten dorsalen Gipsschiene, die bis an die Fingergrundgelenke reicht. Er hat in 150 Fällen glatte Heilung erzielen können. Ganz besondere Bedeutung kommt hierbei der Frühdiagnose der Fraktur zu. Denn nach BÖHLER, REHBEIN, DÜBEN und GEISSENDÖRFER geht die Fraktur, wenn sie nicht ruhiggestellt wird, sehr bald in das Stadium der verzögerten Heilung über, das fließende Übergänge zur Pseudarthrosenbildung zeigt.

INHALTSÜBERSICHT

- A. Das Problem der Kahnbeinfrakturen und der Pseudarthrosenbildung.
 - 1. Kurze Übersicht über das Untersuchungsmaterial
 - 2. Die Abrissfrakturen des Tuberculum navicularis
- B. Das Verhalten der Brüche des Kahnbeinkörpers
 - I. Das Verhalten des gebrochenen Kahnbeines bei der posttraumatischen Knochenatrophie, und die Rückschlüsse daraus auf seine Blutversorgung
 - II. Die normale und verzögerte Heilung der Navicularefraktur.
 - a. Die Heilung des Knochenbruches
 - b. Die ungestörte Bruchheilung am Naviculare
 - c. Die verzögerte Heilung der Navicularefraktur und ihre Ursachen
 - d. Die Höhlenbildungen am Kahnbein
 - 1. Differentialdiagnose
 - 2. Ursachen und Bedeutung der Höhlenbildungen
 - III. Die Pseudarthrosenbildungen am Kahnbein
- C. Zusammenfassung

Die Literatur der neueren Zeit befasst sich auf Grund der Lehre BÖHLERS einerseits mit Erfolgsberichten der konservativen Therapie bei frischen und veralteten Kahnbeinbrüchen, andererseits mit dem Problem der Pseudarthrosenbehandlung. Es kommen aber heute nicht nur Pseudarthrosen aus früheren Zeiten zur Beobachtung, auch gegenwärtig entsteht noch eine nicht geringe Zahl von Navicularepseudarthrosen, entweder, weil der Patient nach dem Unfall nicht sofort den Arzt aufsucht, oder, weil dieser die Verletzung als Distorsion behandelt, und die Röntgenuntersuchung vernachlässigt. Ferner wies BOEREMA bereits 1938 darauf hin, dass trotz Behandlung streng nach BÖHLER eine ganze Anzahl frischer Brüche nicht knöchern heilten. Auch andere Autoren, wie REHBEIN und DÜBEN machten diese Erfahrung. Im ganzen wird also auch heute noch das Auftreten von Kahnbeinpseudarthrosen trotz gewissenhafter konservativer Behandlung als nicht selten betrachtet.

Wir haben das Verhalten der Kahnbeinfrakturen am Krankengut der Chirurgischen Klinik der Universität München der Jahre 1951 mit 1955 untersucht. In diesen fünf Jahren kamen hier insgesamt 126 Kahnbeinbrüche zur meist ambulanten Behandlung; ferner wurden in diesem Zeitraum 21 alte Pseudarthrosen beobachtet.

Im einzelnen lässt sich unser Untersuchungsmaterial nach folgenden Gesichtspunkten einteilen:

- a. 126 primär an der Chirurgischen Klinik in München behandelte Navicularefrakturen. - Von acht dieser Fälle fehlten die röntgenologischen Unterlagen, so dass sich unsere Beobachtungen nur über 118 Frakturen erstrecken.
- b. 21 alte Kahnbeinpseudarthrosen, die anlässlich von Begutachtungen, oder zur Spätbehandlung in die Klinik kamen.

Zunächst sollen die unter a. genannten Fälle betrachtet werden. Die Behandlung dieser Frakturen erfolgte im allgemeinen nach dem Prinzip BÖHLER's mit Gipsverband oder Gipsschiene bis an die Fingergrundgelenke. Meist blieb der Gips sechs Wochen liegen, dann wurde der Heilungsverlauf röntgenologisch kontrolliert.

Unsere 118 Navicularefrakturen lassen sich unterteilen in:

2 Infraktionen, die in kurzer Zeit ohne Schwierigkeiten heilten, und die hier nur der Vollständigkeit halber Erwähnung finden;

15 Abrissfrakturen der radialen Kante und des Tuberculum navicularis,

101 Querfrakturen des Kahnbeinkörpers, von denen 15 mit einer Abrissfraktur der radialen Kante kombiniert waren.

Der Einteilung in Abrissfrakturen des Tuberculum und in Frakturen des Kahnbeinkörpers, kam von jeher grosse Bedeutung zu, da bereits M. HIRSCH feststellte, dass jene auch ohne Ruhigstellung im Gips zum grössten Teil knöchern anheilten, während die Quer-

brüche des Kahnbeinkörpers regelmässig Pseudarthrosen bildeten. Die Heilung unserer Kantenabrissse erfolgte fast ausschliesslich innerhalb von sechs Wochen. Nur in einem Fall fand das abgebrochene Kantenstück keinen Anschluss an den Knochenkörper mehr und lag am Ende der Kontrollen mit abgekapseltem Markraum in den Weichteilen. Derartige Beobachtungen wurden früher schon von PREISER und HIRSCH beschrieben, die sie damit erklärten, dass in diesen Fällen die kleinen Bruchstücke an den Kapselbändern fixiert seien. Auch in unserem Fall dürfte das Fragment an der Gelenkkapsel hängen, da seine Entkalkung bei der posttraumatischen Knochenatrophie im Handgelenk für gute Blutversorgung spricht. - In zwei weiteren Fällen kam es zur Resorption der stecknadelkopfgrossen Abrissfragmente, die durch das Trauma aus ihren Gefässverbindungen gelöst worden waren. LÜTZELER wies bereits auf diese Möglichkeit hin. Am Kahnbeinkörper bleibt in diesen Fällen eine Mulde an der Stelle des Abrisses zurück. Diese Erscheinung hat aber keine Bedeutung für die Funktion des Handgelenkes, im Gegensatz zu Pseudarthrosen oder Nekrosen nach Querbrüchen des Kahnbeinkörpers. Hier wirkt das geteilte Naviculare wie eine "gebrochene Kugel im Kugellager" und kann für erhebliche Funktionsstörungen im Handgelenk Anlass sein. Deswegen erregte der Bruch des Kahnbeinkörpers immer wieder ärztliches Interesse. Neben der gehäuften Pseudarthrosenbildung, ist die verhältnismässig langwierige Verknöcherung, das kalkdichte Erscheinen des proximalen Fragmentes im Röntgenbild, die posttraumatische Teilnekrose und die traumatische Höhlenbildung am Kahnbein von verschiedenen Autoren beschrieben worden. Diese Erscheinungen sollen deshalb an dieser Stelle eingehend betrachtet werden.

I. DAS VERHALTEN DES GEBROCHENEN KAHNBEINS BEI DER POSTTRAUMATISCHEN KNOCHENATROPHIE, UND DIE RÜCKSCHLÜSSE DARAUS AUF SEINE BLUTVERSÖRÖUNG

Nach Navicularefrakturen kommt es in einem sehr hohen Prozentsatz zu einer posttraumatischen Knochenatrophie. Diese sog. Sudeck'sche Atrophie stellt ein Syndrom dar, das gehäuft nach Verletzungen der oberen Extremität auftritt, und dessen Ursachen heute noch nicht ganz geklärt sind. Jedenfalls ist es nicht allein durch das Trauma bedingt, und es geht auch weit über das Mass einer reinen Inaktivitätsatrophie hinaus. Es verläuft im Extremfall in drei Stadien:

I. Die Atrophie, bei der die spongiösen Knochen eine unregelmässige Entkalkung erfahren, wodurch im Röntgenbild ein grobfleckiges Aussehen der Knochen zustande kommt.

II. Die Dystrophie; hierbei kommt es zu vermehrtem Kalkabbau in den Knochen und zu trophischen Störungen an den Weichteilen, die mit Schmerzen, bläulicher Verfärbung und teigiger Schwellung der peripheren Extremitätenabschnitte einhergehen.

III. Die Endatrophie, wobei die Knochen sehr stark entkalkt sind. Sie erscheinen auf dem Röntgenbild wie ausradiert und die Kompakta wie mit dem Bleistift nachgezeichnet.

Im Stadium I und II ist eine Restitutio ad integrum möglich, die auch in den meisten Fällen erzielt wird. Dagegen ist das Stadium III nicht mehr reparabel.

Pathologisch beruht das Sudeck'sche Syndrom auf einer Zirkulationsstörung, von der immer nur periphere spongiöse Knochenabschnitte befallen werden, wie die Handwurzel und ihre nähere Umgebung. Es tritt nach einer Latenz-Zeit von drei Wochen nach dem Trauma auf, kann sich aber auch erst sechs oder acht Wochen danach bemerkbar machen. Dabei kommt es zur venösen und kapillären Stase, welche für eine Erhöhung des Knochenbinnendruckes Anlass ist; dieser ruft Acidose im Knochen hervor und führt zur Osteoklasie (SCHINZ - BAENSCH). SUDECK selbst fasste das erste Stadium als physiologische Heilentzündung auf, während heute REISCH und BIERLING alles als pathologischen Vorgang betrachten, was über die Entkalkung der Bruchränder hinausgeht.

Für die Navicularefraktur hat das Sudeck'sche Syndrom mehrfache Bedeutung. Einmal kann ein spät auftretender Sudeck die Heilung des Bruches sehr verzögern, weiter gibt das Verhalten des gebrochenen Kahnbeins beim Sudeck aber Aufschluss darüber, inwieweit die Bruchstücke mit Blut versorgt werden. Es kann ja nur in Knochenpartien zur Entkalkung kommen, deren arterielle Gefässversorgung nicht unterbrochen ist, da die Atrophie als Folge einer örtlichen Kreislaufstörung auftritt. An unserem Krankengut zeigte sich, dass bei 84 von 101 Querbrüchen Entkalkung im Handgelenk auftrat. Bei 23 dieser 84 Frakturen wurde das proximale Fragment nicht mitent-

kalkt, während sich bei den restlichen eine gleichmässige Kalksalzverminderung beider Fragmente zeigte. Diese Erscheinungen lassen sich bei frisch zur Behandlung kommenden Frakturen natürlich erst bei der Röntgenkontrolle nach frühestens drei Wochen feststellen. Zeigt sich bereits auf dem ersten Bild grobfleckige Entkalkung im Handgelenk, so ist dies ein sicheres Zeichen, dass das Trauma schon einige Wochen zurückliegt. Die Sudeck'sche Dystrophie tritt aber nicht nur, wie SCHNEK schreibt, bei veralteten Frakturen in Erscheinung, sondern befällt gleichermassen auch Kahnbeinbrüche, die vom Unfalltage ab ruhiggestellt worden waren. Aus dem Verhalten der Kahnbeinfrakturen in unserem Material geht hervor, dass mindestens in 23 Fällen das proximale Bruchstück aus seiner Blutversorgung durch die Verletzung gelöst wurde. Über die Blutversorgung der Fragmente lässt sich natürlich nichts aussagen, wenn die Knochenatrophie im Handgelenk ausbleibt.

Über die Blutversorgung des Kahnbeines liegen mehrere Arbeiten vor, deren Ergebnisse etwas von einander abweichen. Während nach JUCH drei Arterien in das Kahnbein eintreten, davon eine in den proximalen Teil der radialen Fläche und zwei, eine von volar und eine von dorsal, in die distale Hälfte, sind es nach dem Lexer'schen Gefässpräparat nur zwei Arterien, die beide in die distale Hälfte münden, und die den beiden letztgenannten Gefässen bei JUCH entsprechen. LÜTZELER fügte dem hinzu, dass in der Bandverbindung zwischen Mond- und Kahnbein Gefässe verliefen, die an der Versorgung des proximalen Navicularedrittels beteiligt seien. Nach WATSON JONES sollen in $\frac{1}{3}$ der Fälle alle Gefässe im distalen Drittel in den Knochen eintreten, und nur in $\frac{1}{3}$ der Fälle sollen auch im proximalen Drittel Foramina nutritiva vorhanden sein.

Theoretisch ist es also durchaus möglich, dass eine Fraktur des Naviculare zur Trennung des proximalen Bruchstückes aus der Blutversorgung führt, und zwar um so eher, je weiter proximal der Bruchspalt verläuft. SCHNEK, BÖHLER und RÜTHER vertreten deshalb die Ansicht, dass es für die Heilung des Bruches nicht gleichgültig sei, in welchem Bereich des Knochens die Fraktur erfolge. BÖHLER stellt die Prognose des Bruches im distalen Drittel wesentlich günstiger gegenüber proximal verlaufenden Frakturen.

Wir haben unsere Navicularefrakturen nach dem Verlauf des Bruchspaltes im distalen, mittleren, oder proximalen Drittel eingeteilt, wobei sich Folgendes ergab: Von 101 Querfrakturen des Kahnbeinkörpers verlief die Bruchlinie in

- 25 Fällen im distalen Drittel,
- in 62 Fällen im mittleren Drittel
- und in 14 Fällen im proximalen Drittel.

Weiterhin ergab sich:

- 3 der Frakturen im distalen Drittel,
- 15 derer im mittleren Drittel
- und 5 derer im proximalen Drittel

zeigten deutlich Durchblutungsstörungen im proximalen Bruchstück. Prozentual ausgedrückt bedeutet das: Bei

12 % der Brüche im distalen Drittel,

25 % der Brüche im mittleren Drittel

und 35 % der Brüche im proximalen Drittel

erwies sich das proximale Fragment kalkdichter als seine Umgebung. Die proximalen Bruchstücke mit Ernährungsstörungen können verschiedenes Schicksal haben. Einmal ist es möglich, dass sie im Verlauf der Heilungsvorgänge revaskularisiert werden. Bei einigen Frakturen beobachteten wir im Verlaufe der Heilungsvorgänge eine zonenweise Entkalkung des zunächst kalkdichteren Fragmentes. Diese Erscheinung könnte vielleicht der röntgenologische Ausdruck einer Revaskularisierung des Bruchstückes sein.

Weiter aber kann die Revaskularisierung des proximalen Fragmentes ausbleiben. In diesem Falle kommt es im Laufe der Zeit zur Nekrose des Bruchstückes. Dabei verliert es seine spongiöse Struktur, sintert zusammen und gewinnt als Ganzes im Röntgenbild kalkdichteres Aussehen als vorher. Dieses Bild ist streng von der oben beschriebenen einfachen Ernährungsstörung zu unterscheiden, bei der das proximale Fragment gegenüber dem distalen, welches im Verlauf der Knochenatrophie entkalkt wird, nur seine Dichte behält. Wir sahen Teilnekrose des Kahnbeines in acht Fällen unter 21 hier beobachteten alten Pseudarthrosen. Bei sieben dieser Nekrosefälle verlief der Bruchspalt im proximalen Drittel, im restlichen im mittleren Drittel. Bei der heute üblichen ruhigstellenden Behandlung wird die Revaskularisierung fast immer erreicht. An den an unserer Klinik behandelten Kahnbeinfrakturen kam keine Nekrose des proximalen Fragmentes zur Beobachtung. Auch Pseudarthrosenbildung braucht keine Teilnekrose nachsichzuziehen; obwohl die Teilnekrose nach unseren Beobachtungen Folge der Pseudarthrosenbildung ist. Auf Grund der Beobachtung oben beschriebener Erscheinungen, kamen vor allem BÖHLER und SCHNEK zu dem Schluss, die langwierige Bruchheilung am Naviculare beruhe darauf, dass bei der Frakturierung die Gefäße des proximalen Fragmentes abgetrennt werden. Damit der Bruch knöchern heilen könne, müssten die Gefäße wieder in dieses Bruchstück einsprossen. Deshalb bedürfe er einer verhältnismässig langen Ruhigstellung über mindestens sechs Wochen, da sonst das Einsprossen der Gefäße in das körpernahe Bruchstück verhindert werde, was Pseudarthrosenbildung nach sich ziehe. Diese Theorie wurde von mehreren Autoren übernommen, so von RITTER, REHBEIN, DÜBEN, GEISSENDÖRFER und RÜTHER. Dagegen misst GIESEKING der Blutversorgung keine erstrangige Bedeutung für die Heilung des Navicularebruches zu. Unseres Erachtens trifft die Theorie BÖHLERS nur in den Fällen zu, in denen die Entkalkung des proximalen Fragmentes bei der Sudeck'schen Atrophie ausblieb, also in 23 Fällen unseres Kranken-

gutes. LÜTZELER schreibt zwar, dass das proximale Fragment noch ausreichend für seine Ernährung aus Gefässen versorgt werde, die im Lig. interosseum zwischen Mond- und Kahnbein verlaufen. Diese Versorgung soll aber für die Regenerationsvorgänge nicht genügen. JUCH wies jedoch schon darauf hin, dass alle Gefässe ausser den drei von ihm beschriebenen Arterien, Venen seien. Also ist die Versorgung aus Gefässen im Lig. interosseum sehr problematisch. Auch mit dem tatsächlichen Verhalten der Kahnbeinfrakturen lässt sich LÜTZELERS Auffassung nicht zur Deckung bringen. Einmal dürfte es zu keinen Nekrosen nach Pseudarthrosenbildung kommen, wenn das Bruchstück noch für seine Ernährung genügend mit Blut versorgt ist. Tatsächlich kam es aber, wie schon oben erwähnt, in 38 % der von uns beobachteten alten Pseudarthrosen zur Teilnekrose des proximalen Bruchstückes. Auch spricht das kalkdichte Erscheinen beim Sudeck dafür, dass in diesen Fällen jede arterielle Versorgung im proximalen Bruchstück unterbrochen wurde. Andererseits ist nicht einzusehen, warum bei gleichmässiger Entkalkung beider Bruchstücke eines schlechter versorgt sein soll als das andere. Wir kommen daher zu der Überzeugung, dass am ehesten noch die Darstellung von WATSON JONES den wirklichen Verhältnissen bei der Blutversorgung des Kahnbeines entspricht. Dazu passt auch die prozentuale Zunahme des kalkdichten Verhaltens bei Brüchen im proximalen Drittel.

Beim Vergleich der Behandlungsdauer jedoch, zwischen Frakturen bei denen das proximale Bruchstück nicht entkalkt wurde, und denen, die gleichmässige Entkalkung zeigten, konnten wir keine wesentlichen Unterschiede feststellen. Auch die Brüche mit guter Durchblutung beider Fragmente benötigten mindestens sechs Wochen zur knöchernen Festigung. Dagegen erscheint beachtenswert, dass von den sieben Fällen unseres Materials, die sehr wahrscheinlich zur Pseudarthrose führten, drei mangelnde Entkalkung im proximalen Fragment zeigten. Die schlechte Blutversorgung des einen Bruchstückes, scheint also an der Neigung zur Pseudarthrosenbildung einen Anteil zu haben. Es ist aber zu bedenken, dass von 23 nachgewiesenen Fällen mit Durchblutungsstörungen im proximalen Bruchstück nur drei für Pseudarthrosenbildung in Frage kommen. Die verhältnismässig langwierige Bruchheilung am Naviculare im allgemeinen scheint aber nach unseren Erfahrungen nicht mit der Blutversorgung in Zusammenhang zu stehen.

II. DIE NORMALE UND VERZÖGERTE HEILUNG DER NAVICULAREFRAKTUR

Bei jeder Fraktur kommt es, wie W. HAASE zeigen konnte, infolge der Schubwirkungen, durch die diese bedingt ist, zu sog. Zerrüttungszonen beiderseits des Bruchspaltes, in deren Bereich die lebende Substanz des Knochens so stark geschädigt ist, dass sie der Nekrose anheimfällt. Das bedingt in jedem Fall eine Verbreiterung des Bruchspaltes, die besonders deutlich in Erscheinung tritt, wenn die Bruchlinie anfangs sehr fein gezeichnet ist, wie z. B. bei der Kahnbeinfraktur. Bei dieser treten am Bruchspalt band-, keil- oder höhlenförmige Resorptionszonen auf. Den Resorptionserscheinungen überlagern sich bei normaler Heilungstendenz die Regenerationsvorgänge, die von den noch lebensfähigen Partien der Bruchränder ihren Ausgang nehmen. Diese führen röntgenologisch bald zu wolkigen Zeichnungen im Bruchbereich.

a. Die Heilung des Knochenbruches

Bei der Fraktur kommt es zur Ausbildung eines Hämatoms im Bruchbereich, das die ersten Regenerationsvorgänge anregt. Während das tote Knochengewebe in den Zerrüttungszonen von zahlreichen Osteoklasten abgebaut wird, sprossen von den erhaltenen Frakturrändern Fibroplasten in Büscheln und Gefässschlingen organisierend in das Hämatom ein. Aus diesem jungen Organismus lösen sich zahlreiche Phagozyten, die sich an der Resorption des Trümmerfeldes beteiligen. Die Dauer dieser Vorgänge hängt ganz von der Grösse des Trümmerfeldes und dem Umfang des Hämatoms ab, durch dessen operative Beseitigung die Entwicklung des Regenerationsgewebe jedoch erheblich verzögert wird, da, wie ALEKSIC sich ausdrückt, das Fibrinnetz dem Granulationsgewebe gleichsam als Schiene dient. Derartige Wucherungen des Endostes und Periostes sind bereits nach 24 Std. erkennbar.

Im Laufe der ersten Woche bildet sich das Granulat zu chondroidem Gewebe um, vorausgesetzt, dass sich das Regenerat von beiden Bruchrändern vereinigen kann. Dabei bildet sich zunächst aus dem Granulat fibröser Callus, der den Bruchspalt überbrückt. Es kommt zur Bildung von collagenen Fibrillen und Ausscheidung von hyaliner Grundsubstanz in den Bruchspalt. Unter gleichzeitiger Obliteration zahlreicher Gefässschlingen bildet sich daraus sog. Knorpelcallus, der durch Kalksalzeinlagerung zu Faserknochen umgewandelt wird. - Im weiteren Verlauf bildet sich dieser Faserknochen in Anpassung an die Funktion zu einer geschlossenen Corticalis und Spongiosa um. Im ganzen gesehen verläuft die Bruchheilung in sechs Stadien:

1. Gerinnung des Hämatoms,
2. Organisation des Hämatoms,
3. Bildung von fibrösem Callus,
4. Bildung von Faserknochen,

5. Umbau in lamellären Knochen,

6. Funktionelle Rekonstruktion.

Stadium 1. - 3. stellt die Entwicklungsphase vorläufiger Callusbildung dar, während im 4. - 6. Stadium die Differenzierung zu definitiven Callus erfolgt. (SCHINZ - BAENSCH, u. a.)

Sehr wesentlich ist nun, dass das junge Regenerationsgewebe nach heutiger Auffassung ein pluripotentes Gewebe darstellt, dessen Differenzierung von Umwelteinflüssen im weitesten Sinn abhängt. Vor allem sind es mechanische Faktoren, die die Zukunftsform des jungen Gewebes bestimmen. So führt nach KROMPECHER Druck zur Bildung von Knorpelcallus, der in chondralen Knochencallus übergehen kann, Zug dagegen veranlasst die Bildung von Bindegewebscallus, der sich zu desmalem Knochencallus umzuwandeln vermag. Bei völliger Ausschaltung jeglicher Belastung entsteht der Knochencallus jedoch angiogen, wobei sich aus dem jungen perivasculären Gewebe des Granulates mesenchymale Zellen zu Osteoblasten differenzieren. - Wird aber das Regenerat Bewegungsreizen ausgesetzt, so kommt es zu vermehrter Bildung hyalinen Knorpels, was eine erhebliche Verzögerung der Knochenbildung bedeutet. In schweren Fällen kann die Heilung sogar auf dieser Stufe stehen bleiben. Besonders KROMPECHER konnte im Experiment zeigen, dass sich aus desmalem Callus unter mässigem Seitendruck Faserknorpel bildet. Diesen Vorgang erklärt der Autor damit, dass bei Seitenverschiebung der Bruchstücke die Bindegewebsfasern aneinandergedrängt würden, was einen vorübergehenden Verschluss der Capillaren zur Folge habe; die dadurch bedingte mangelhafte Durchblutung veranlasse dann die Umwandlung des Gewebes in Faserknorpel, welcher nur noch sehr geringe Tendenz zur Verknöcherung zeige.

b. Die ungestörte Bruchheilung am Naviculare

SCHNEK und BÖHLER zeigten erstmals an einem grösseren Material, dass die Navicularefraktur mit konservativen Massnahmen heilbar sei. Auf Grund seiner Erfahrungen an 150 Fällen kam BÖHLER zu dem Ergebnis, dass die Fraktur mindestens sechs Wochen ruhiggestellt werden müsse, ehe ihr Belastung zugemutet werden könne. Er macht, wie schon oben dargelegt, die Unterbrechung der Blutversorgung des proximalen Bruchstückes für die langwierige Behandlung der Fraktur verantwortlich. Wenn man jedoch den Vergleich zieht, zwischen den Heilungsvorgängen an dem nur spärlich mit Periost bedeckten Kahnbein und denen bei einer Diaphysenfraktur, so versteht man die schwierige Behandlung auch ohne dass man noch besonders hindernde Faktoren in Erwägung zu ziehen braucht. Denn während es bei einer Fraktur an einem mit Periost bedeckten Knochen zunächst zu einer mächtigen Entwicklung periostalen Callus kommt, der als spindelige Auftreibung die Bruchenden zwingenartig umgibt, ist die Navicularefraktur zu Heilung fast nur auf endostalen Callus angewiesen, der sich wesentlich langsamer entwickelt als

der Periostale und die Belastbarkeit des Bruches erst spät gewährleistet. Wenn heute die Mehrzahl der Autoren die Meinung vertritt, dass die mangelnde periostale Callusbildung keine Bedeutung für die Bruchheilung am Kahnbein habe, so ist das insoweit richtig, als der endostale Callus für die knöcherne Festigung der Fraktur sehr wohl ausreicht; jedoch ist die Belastbarkeit dabei erst später gegeben. Ähnlich langwierige Bruchheilung sehen wir einmal noch bei der medialen Schenkelhalsfraktur, die auch nur unter Entwicklung endostalen Callus heilt, aber auch bei Querbrüchen des Tibiaschaftes im unteren Drittel, obwohl hier der Knochen völlig von Periost umkleidet ist. Jedoch wird bei dieser Fraktur des Periost häufig nicht vom Knochen abgehoben, sondern nur quer durchtrennt. Deshalb erfolgt hier periostale Callusbildung nur spärlich oder überhaupt nicht, und die Fraktur heilt vorwiegend mit endostalem Callus, was längere Zeit in Anspruch nimmt.

Auch die Beobachtung BÖHLERS, dass Navicularefrakturen im distalen Drittel rascher und ungestörter heilen als die Übrigen, lässt sich mit den Periostverhältnissen erklären. Geissendörfer stellte eindrucksvoll dar, wie der Periostüberzug des Kahnbeins, der im distalen Drittel noch $\frac{2}{3}$ des Knochenquerschnittes umfasst, nach proximal hin immer mehr überknorpelten Gelenkflächen weichen muss, bis er am Übergang vom mittleren zum proximalen Drittel nur noch einen schmalen dorsalen Saum darstellt. Wir sahen bei Brüchen im distalen Bereich des Knochens mehrere Male durch Periostfetzen bedingt, Exostosenbildung, die dann zur Arthritis deformans im Handgelenk führte. Diese unerwünschte Erscheinung lehrt uns, dass in diesem Knochenabschnitt die periostale Callusbildung an den Heilungsvorgängen beteiligt ist. Über die Belastbarkeit der Fraktur kann am Kahnbein nur das Röntgenbild entscheiden, da der Knochen einer klinischen Prüfung auf Festigkeit nicht zugänglich ist. Im allgemeinen erachtet man einen Kahnbeinbruch als belastbar, wenn sein Bruchspalt mit kalkdichtem Knochenallus überbrückt ist; d. h., wenn der Bruchspalt nur noch an Strukturunregelmässigkeiten, nicht aber mehr an Aufhellungen im Röntgenbild erkennbar ist. Dieser Zustand ist bei guter Heilungstendenz nach sechswöchiger Ruhigstellung erreicht.

Die Angaben über die benötigte Dauer der Ruhigstellung schwanken bei den verschiedenen Autoren sehr. Unbefriedigend sind immer Durchschnittswerte, da sie ein falsches Bild über das Verhalten der Bruchheilung geben. BÖHLER gibt als Behandlungsdauer 6 bis 10 Wochen an; OBERMAYER, der mit Faustgips behandelte, gab über 41 Fälle folgende Statistik:

28 Fälle	heilten bei 6 Wochen Ruhigstellung,
7 Fälle	bei 8 Wochen,
4 Fälle	bei 10 Wochen,
1 Fall	bei 14 Wochen
und 1 Fall	bei 16 Wochen.

Die an unserem Krankengut beobachteten Behandlungszeiten sollen die folgende Tabelle und graphische Darstellung veranschaulichen. Wir haben dabei die Brüche nach dem Verlauf ihrer Bruchlinien in den verschiedenen Kahnbeindritteln eingeteilt.

Dauer der Ruhigstel- lung	Anzahl der in dieser Zeit geheilten Brüche (96 Fälle)		
	im dist. Drittel 25 Brüche = 100 %	im mittl. Drittel 61 Brüche = 100 %	im prox. Drittel 10 Brüche = 100 %
6 Wo.	11 = 44 %	20 = 32,8 %	2 = 20 %
8 Wo.	6 = 24 %	18 = 30,0 %	1 = 10 %
10 Wo.	3 = 12 %	5 = 8,2 %	4 = 40 %
3 Mte.	1 = 4 %	10 = 16,4 %	1 = 10 %
4 Mte.	2 = 8 %	6 = 10,0 %	2 = 20 %
5 Mte.	2 = 8 %	2 = 3,3 %	- - - -
und länger			

Tabelle 1

Wenn man auf der Abszisse die Dauer der Ruhigstellung abträgt, und auf der Ordinate die bis zu dem entsprechenden Zeitpunkt knöchern geheilten Frakturen in Prozent, so erhält man für jedes Kahnbeindrittel eine besondere Kurve. Aus diesen Kurven lässt sich entnehmen, dass mit zunehmender Verlegung der Bruchlinie nach proximal die Heilungsdauer zunimmt. Während im distalen und mittleren Drittel 6 bis 8 Wochen Ruhigstellung als normal betrachtet werden kann, muss man im proximalen Drittel mit einer 10 wöchigen Gipsbehandlung rechnen. Wir machen aber darauf aufmerksam, dass der bizarre Kurvenverlauf bei den proximalen Frakturen nicht zuletzt dadurch bedingt ist, dass hier nur ein kleines Material von 10 Frakturen für die Auswertung zur Verfügung stand. Weiter muss darauf hingewiesen werden, dass sich besondere Verzögerungen der Heilungsvorgänge nicht allein aus dem Bruchlinienverlauf erklären lassen; es kann aber festgestellt werden, dass die proximal verlaufenden Brüche in ihrer Heilung leichter durch besondere Schädlichkeiten gestört werden als die Übrigen. - Die oben ge-

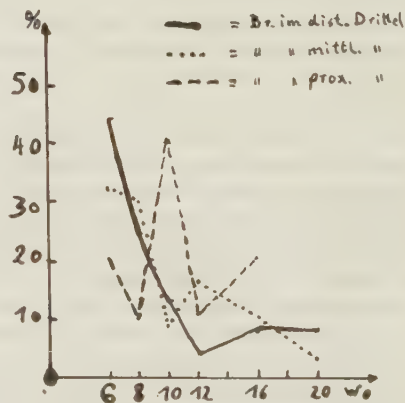


Abb. 1

gebene Statistik erstreckt sich über insgesamt 96 Fälle; die restli-

chen fünf Fälle werden unter Pseudarthrosenbildungen besprochen werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die langsame Konsolidierung der Navicularefraktur in erster Linie auf der geringen Periostbekleidung des Knochens beruht. Behandlungszeiten von 6 bis 8 bis 10 Wochen sind dabei für den Kahnbeinbruch als normal anzusehen.

c. Die verzögerte Heilung der Navicularefraktur und ihre Ursachen

Nach oben Gesagtem verstehen wir unter verzögerter Heilung am Naviculare, wenn die Fraktur auf Grund ihrer röntgenologisch erfassbaren Symptome länger als 8 Wochen, im proximalen Drittel länger als 10 Wochen ruhiggestellt werden muss.

In derartigen Fällen ist der Bruchspalt nach 6 Wochen noch nicht mit kalkdichtem Callus ausgefüllt, sondern stellt sich noch in seiner ganzen Länge dar. Dabei erscheint er im Vergleich zum ersten Bild verbreitert, und bisweilen zeichnen sich in seiner Umgebung deutlich Höhlen ab. BÖHLER hebt hervor, dass es dann zu Verbreiterung des Bruchspaltes und Höhlenbildung käme, wenn die Fraktur nicht mindestens über 6 Wochen ruhiggestellt werde. Wir fanden aber derartiges Verhalten auch an konsequent ruhiggestellten Brüchen bei der Röntgenkontrolle nach 6 Wochen vor. Das klare Hervortreten von Bruchspaltverbreiterung und Höhlenbildung ist also zunächst, wie schon SCHNEK ausführte, Folge mangelhafter Knochencallusbildung, wobei dahingestellt bleibt, worauf diese beruht. Dem steht die Tatsache, dass man derartige Erscheinungen fast immer an älteren unbehandelten Frakturen sieht, nicht entgegen, da funktionelle Beanspruchung des gebrochenen Kahnbeines eine Hauptursache für schlechte Verknöcherung ist, daneben können aber auch andere Gründe für verzögerte Heilung gefunden werden. Ferner sei noch einmal darauf hingewiesen, dass bei Brüchen im proximalen Drittel nur in wenigen Fällen schon nach 6 Wochen Knochencallus im Bruchspalt erwartet werden darf.

1. Funktionelle Beanspruchung des Kahnbeines während der Regeneration:

Der Erfolg der der BÖHLER'schen Behandlungsmethode beschert war, zeigte ganz deutlich, welche grosse Bedeutung der Entlastung der Kahnbeinfraktur für ihre Heilung zukam. Theoretisch lässt sich dies ohne weiteres erklären, wenn man das anatomische Substrat des Endzustandes betrachtet, in den die Fraktur, sich selbst überlassen, übergeht: Die Pseudarthrose.

Über die Navicularepseudarthrose ist aus der Zeit bekannt, in der man noch zu therapeutischen Zwecken das pseudarthrotisch geheilte Kahnbein exstirpierte, dass hier der Bruchspalt von Fasernknorpel und derbfaserigem Bindegewebe überbrückt ist. Entsprechende

Befunde veröffentlichten PFAB und ZÖLLNER, ferner berichtete DUBOIS über Faserknorpel im Pseudarthrosenspalt. An einem Fall einer 6 Jahre alten Pseudarthrose des linken Kahnbeines, der am 1.12.1954 an unserer Klinik mit Spanbolzung operativ behandelt wurde, fand man laut Operationsbericht Bindegewebe im Bruchspalt. Aus diesen Angaben geht hervor, dass das gebrochene Kahnbein während der Heilung bei ungenügender Ruhigstellung besonders Zug- und Scherkräften ausgesetzt sein muss, wovon erstere die Differenzierung zu bindegewebigen Callus, und bei längerer Zugbeanspruchung zu Bindegewebe, letztere die zu Faserknorpel veranlassen. Dem entsprechen die anatomischen Gegebenheiten; denn das Kahnbein ist ligamentär einerseits mit dem Mondbein, andererseits mit dem Multangulum maius verbunden. In dieser Tatsache sah schon H. VIRCHOW eine der Ursachen der Pseudarthrosenbildung am Naviculare. REHBEIN konnte röntgenologisch nachweisen, dass das geteilte Kahnbein bei Ab- und Adductionsbewegungen der Hand nicht unbeträchtliche Verschiebungen der Bruchstücke erfährt, wobei es zum Auftreten von Zug- und Scherkräften kommt, da sich das distale Bruchstück mit den distalen, das proximale aber mit den proximalen Handwurzelknochen bewegt. Aus diesem Verhalten lässt sich die Verzögerung der Callusbildung bzw. die völlige Unmöglichkeit der Verknöcherung bei mangelnder Ruhigstellung der Fraktur, zwanglos nach den Erfahrungen KROMPECHERS als vermehrte Differenzierung des Granulates zu bindegewebiger oder faserknorpeliger Substanz erklären.

Es erhebt sich die Frage, wie lange ein Navicularebruch nicht ruhiggestellt zu werden braucht, um mit konservativen Massnahmen überhaupt noch zu heilen. SCHNEK spricht schon von alter Fraktur, wenn das Trauma länger als drei Wochen zurückliegt, da sich hier schon deutliche Veränderungen am Bruchspalt abzeichneten, wie Verbreiterung und Höhlenbildung. GEISSENDÖRFER spricht erst dann von veralteter Fraktur, wenn der Unfall schon länger als 10 Wochen zurückliegt. BÖHLER schreibt, dass Brüche im Stadium der traumatischen Höhlenbildung noch mit Gips in einem Zeitraum von 4 bis 8 Monaten zur Heilung kämen. Er bezeichnet erst die Pseudarthrose, erkennbar an der Sklerosierung der Bruchflächen als unheilbar mit konservativer Behandlung. Wir glauben jedoch, dass konservative Massnahmen über so lange Zeit nur dann Sinn haben, wenn im Röntgenbild noch Anzeichen von fortgesetzten An- oder Abbauvorgängen erkennbar sind.

Mit älteren Brüchen, die nachweislich nicht ruhiggestellt waren, kamen an unserer Klinik drei Fälle zur Beobachtung, die im folgenden geschildert werden sollen. Die beigegebenen Skizzen wurden nach den Originalröntgenbildern gepaust. Vom dritten Fall lagen die Hilder im Archiv nicht vor. Zu achten ist besonders auf die Höhlenbildung im zweiten Fall, deren Ursache und Bedeutung noch später ausführlich besprochen werden wird.

Fall I, Archiv-Nr. 251101. Der 45 jährige Patient A.K. stürzte am 11.12.1950 am Arbeitsplatz auf die linke Hand. Er arbeitete jedoch weiter und kam erst am 31.1.1951 in die Ambulanz unserer Klinik. Das angefertigte Röntgenbild ergab eine Fraktur des Os naviculare am Übergang zum distalen Drittel, mit kleineren Resorptionshöhlen im distalen wie proximalen Fragment. (Abb. 2). Bei der bereits erkennbaren leichten Knochenatrophie erscheint das körpernahe Bruchstück stärker kalkhaltig als das distale und die übrigen Handwurzelknochen.

Behandlung mit Gips.

Am 7.3.1951, also nach 8 Wochen Gipsabnahme. Bei der Röntgenkontrolle zeichnet sich der Bruchspalt mit den kleinen Höhlen noch ab, erscheint jedoch wolkig verwaschen. Die Bruchstücke sind etwas eingestaucht, und im ulnaren Bereich des Spaltes findet sich knochendichter Callus. Inzwischen hat auch das proximale Fragment an Dichte verloren.



Abb. 2

Es wurde keine weitere Behandlung mehr durchgeführt.

Bei einer Spätkontrolle am 14.3.1957, also nach 6 Jahren, erwies sich der Bruch als knöchern fest, es waren röntgenologisch keine pathologischen Veränderungen mehr nachzuweisen. - Der Patient gab an, keine Beschwerden im Handgelenk mehr gehabt zu haben.

Fall II, Archiv-Nr. 300782. Frau S.D., eine 54 jährige Patientin, die in einem Gasthaus als Bedienung tätig ist, kam am 14.12.1955 in die Ambulanz der Klinik mit der Angabe, dass ihr ungefähr 3 Wochen vorher, ein genaues Datum war nicht erinnerlich, ein betrunkenener Gast auf die linke Hand gefallen sei. Seit dieser Zeit habe sie Beschwerden gehabt. Die Röntgenaufnahme (Abb. 3) zeigte Fraktur des Naviculare am Übergang zum distalen Drittel. Ausserdem bestand ein Abriss am Tuberkulum. Beide Bruchränder zeigten tiefe Resorptionshöhlen, die durch einen diagonal verlaufenden sklerotischen Knochenbalken in zwei Kammern geteilt erschienen.

Ruhigstellung im Gips.

Bei der Kontrolle am 24.1.1956 scheint der Bruchspalt am radialen Rand nicht mehr durchzugehen, während sich die Höhle nach ulnar hin zystenartig abgegrenzt hat. Die Abrissfraktur ist noch erkennbar (Abb. 4).



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5



Abb. 6

Weiterhin Ruhigstellung.

Am 16.2.1956 (Abb. 5) erscheint der Bruchspalt im mittleren Verlauf von Knochencallus überbrückt. Die Zyste im ulnaren Bereich hat sich etwas eingeengt. Der radiale Kontur zeigt eine Einziehung, die den Bruchspalt noch andeutet. Die Abrissfraktur hat sich inzwischen knöchern gefestigt. Die Fraktur erscheint für Belastung genügend fest zu sein. Die über 9 Wochen durchgeführte ruhigstellende Behandlung wird nun ausgesetzt, und die Patientin nimmt in den nächsten Tagen die Arbeit wieder auf. Bis zur Nachuntersuchung am 4.4.1956 ist die knöcherne Festigung weiter fortgeschritten. Am ulnaren und radialen Kontur besteht noch je eine Einkerbung (Abb. 6). Die Hand ist voll gebrauchsfähig.

Fall III, Archiv-Nr. 299391. Der 31 jährige Kranführer G. B. stürzte vor dem 25.12.1955, das genaue Datum ist nicht bekannt, an der Baustelle auf die rechte Hand. Er arbeitete aber weiter und kam erst am 28.2.1956 in die Klinik zur Behandlung. Röntgenologisch wird eine ältere Fraktur des rechten Naviculare mit gut nachzuweisendem Bruchspalt ohne knöcherne Konsolidierung diagnostiziert. - Ruhigstellung im Gips.

Am 12.4.1956 Gips ab. Die Röntgenkontrolle ergibt keinerlei Änderung des vorigen Befundes, insbesondere keine Zeichen einer Callusbildung. Die Behandlung wurde nicht mehr weitergeführt. Wir sahen hier also, dass eine 7 Wochen alte Fraktur mit deutlicher Bruchspaltverbreiterung noch mit 8 Wochen Ruhigstellung heilte und eine andere 3 Wochen alte in 9 wöchiger Gipsbehandlung fest wurde. Das ist beinahe noch als normal zu bezeichnen, wenn man die Zeit, die bis zum Behandlungsbeginn nicht mitberücksichtigt. Man muss allerdings berücksichtigen, dass in beiden Fällen die Bruchlinie am Übergang zum distalen Drittel verlief, also in einem gut mit Periost versehenem Knochenabschnitt, in dem die Heilung normalerweise 6 Wochen in Anspruch nimmt. - Im dritten Fall dagegen erwies sich eine 10 Wochen alte Fraktur gegenüber konservativen Massnahmen als resistent. Wenn in diesem Fall auch noch keine Pseudarthrose im BÖHLERSchen Sinn, das heisst, mit abgedeckelten Bruchflächen vorliegt, so ist doch anzunehmen, dass hier die Differenzierung zu Knorpel und Bindegewebe so weit fortgeschritten ist, dass es zu keiner Verknöcherung mehr kommen kann.

Im folgenden soll noch ein Fall einer Navicularefraktur dargestellt werden, die erst 5 Wochen nach einem Verkehrsunfall festgestellt wurde. Es steht nicht fest, ob der Bruch nicht schon infolge einer gleichseitigen Ellenbogenfraktur mit ruhiggestellt war, jedoch kam es zu erheblichen Störungen der Bruchheilung.

Fall IV, Archiv-Nr. 264569. Der 33 jährige Patient J. T. erlitt am 7.8.1952 einen schweren Verkehrsunfall, bei dem er sich mehrere Verletzungen zuzog, von denen zunächst ein infizierter Bruch des Olecranon das Bild beherrschte. Er kam am gleichen Tag zur stationären Aufnahme. Erst am 9.9.1952, also nach 5 Wochen machten

sich Beschwerden im linken Handgelenk bemerkbar.

Das Röntgenbild (Abb. 7), das an diesem Tage angefertigt wurde, zeigt im Naviculare einen breiten Bruchspalt, in den von radial her ein Sequester hineinragt. Die Handwurzelknochen befinden sich im Zustand einer Sudeck'schen Atrophie I. Grades. Dabei hat das proximale Kahnbeinfragment seine Kalkdichte behalten.



Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9



Abb. 10

Auf der Kontrollaufnahme am 23.10.1952 (Abb. 8) erscheint der Bruchspalt keilförmig. Von dem Sequester ist nur noch ein stecknadelkopfgrosser, runder Resorptionsschaft übrig geblieben. Das proximale Fragment ist immer noch deutlich kalkdichter als seine Umgebung. Am ulnaren Rand des Bruchspaltes erscheint wolkige Zeichnung, was auf Callusbildung hinweist. Da man den Zustand als Pseudarthrose auffasste, wurde die Ruhigstellung nicht mehr fortgesetzt.

Bei einer Röntgenkontrolle am 12.12.1952 (Abb. 9) erweist sich der Bruchspalt im ulnaren Bereich mit knochendichtem Callus gefüllt. Ein am radialen Bruchrand des proximalen Fragmentes vorspringender Knochenzacken befindet sich in nekrotischer Auflösung, während von dem Sequester nichts mehr zu sehen ist. Das proximale Bruchstück ist zwar im ganzen gesehen immer noch kalkdichter als das distale, aber im ulnaren Bereich ist eine keilförmige Zone mit deutlicher Entkalkung sichtbar. Im radialen Bereich des Bruchspaltes zeigt sich jetzt auch wolkige Zeichnung. Nach dem Bild am 2.1.1953 (Abb. 10) sind die nekrotisierenden Prozesse zum Stillstand gekommen. Der ganze Bruchspalt, immer noch nachweisbar, erscheint mit Callus gefüllt, der sich zu strukturieren beginnt. - Funktionell sind, wie ein Gutachten besagt, keinerlei Bewegungseinschränkungen im Bruchspalt nachweisbar.

Zur Spätkontrolle ist der Patient leider nicht erschienen, sodass über den weiteren Verlauf nichts mehr ausgesagt werden kann; es dürfte jedoch, zumal der Patient keine weiteren Rentenansprüche stellte, zur völligen Ausheilung gekommen sein.

In den oben beschriebenen Fällen beruhten, wenn auch beim ersten mit Einschränkung, die Erscheinungen am Bruchspalt auf anfänglich fehlender Behandlung. Im folgenden sei ein Fall geschildert, bei dem das Handgelenk vom Unfalltag ab ruhiggestellt worden war,

und bei welchem es trotzdem zu erheblicher Störung der Heilung kam. Bei der Nachkontrolle berichtete dann der Patient, dass er während der Behandlung täglich auf dem Motorrad gefahren sei. In diesem Falle wurde das Handgelenk vier Monate in Gips ruhiggestellt, und als dann der Bruchspalt im Naviculare immer noch breit erkennbar war, eine Pseudarthrosenbildung angenommen. Nach 2 1/2 Jahren erschien der Bruch aber knöchern fest. Es erhebt sich die Frage, inwieweit derartige Verzögerungen in der Heilung der Navicularefraktur durch die Tätigkeit des Motorradlenkens während der Regenerationszeit verursacht werden können. Eine exakte Antwort hierauf muss man schuldig bleiben, da allgemeine Erfahrungen über den Verlauf der Heilung von Kahnbeinbrüchen bei Motorradfahrern, die diese Tätigkeit auch während der Behandlung ausführen, fehlen. Jedoch lässt sich sagen, dass es beim Halten der Lenkstange eines fahrenden Motorrades zu ständiger Stossbelastung der Hand kommt, die sich trotz Gipsschiene auf das Naviculare überträgt. Ferner werden die Finger dabei mit nicht unerheblichem Kraftaufwand bewegt, was bei Schonung der Hand sonst nicht geschieht. REHBEIN konnte aber im Röntgenverfahren zeigen, dass es bei Bewegungen allein der Finger zu erheblichen Verschiebungen der Navicularebruchstücke gegeneinander käme, denen er sogar die Fähigkeit zusprach, das junge Organisationsgewebe abscheren zu können. Es liegt also im Rahmen der Möglichkeit, dass durch diese Beanspruchung im folgenden Fall eine derartige Verzögerung der Heilung hervorgerufen wurde.

Fall V, Archiv-Nr. 284430. Der 30 jährige Patient J.K., von Beruf Kraftfahrer, stürzte am 15.7.1954 auf die linke Hand und kam deshalb noch am gleichen Tag in die Klinik.

Die Röntgenuntersuchung ergibt eine Querfraktur im proximalen Drittel des linken Naviculare ohne Dislocation (Abb. 11). Die Fraktur wird im Gips ruhiggestellt.

Am 19.8.1954 Kontrolle (Abb. 12): Der Bruchspalt ist noch in seinem ganzen Verlauf sichtbar. Es zeigen sich keine grösseren Resorptionsräume. Callus lässt sich zwar nachweisen, zeigt aber keine Kalkeinlagerung. Bei geringer Knochenatrophie ist das proximale Navicularebruchstück weniger entkalkt worden als die übrigen Handwurzelknochen. Weiter Ruhigstellung.

Am 2.9.1954 (Abb. 13) erscheint der Bruchspalt grösstenteils verwaschen, mit Callus überbrückt. Nur an der Gelenkfläche zum Capitatum und an einer Bucht am radialen Kontur ist er noch deutlich sichtbar. Belastung wird aber noch nicht für ratsam gehalten.

Am 15.9.1954 (Abb. 14) ist der Bruchspalt wieder im ganzen Verlauf deutlich sichtbar; der Bruch ist noch nicht fest.



Abb. 11



Abb. 12



Abb. 13



Abb. 14

Auch am 27. 11. 1954 (Abb. 15) bietet sich immer noch das gleiche Bild. Es wird aber nun die Gipsbehandlung nach viermonatiger Ruhigstellung ausgesetzt.



Abb. 15



Abb. 16



Abb. 17

Zur Begutachtung wurden weitere Aufnahmen angefertigt:

Am 17. 12. 1954; auch hier ist der Bruchspalt noch deutlich dargestellt, sodass eine Pseudarthrosenbildung angenommen wird. Das selbe Bild ergibt sich am 9. 2. 1955.

Am 18. 8. 1955 (Abb. 16) erscheint der Bruchspalt bis auf eine radiale Konturunterbrechung mit Fibrosemassen gefüllt. Es lassen sich einige Spongiosabrücken nachweisen. Die geringen Ernährungsstörungen im proximalen Fragment sind immernoch erkennbar. Der Patient bekommt auf Grund dieses Befundes, da er über subjektive Beschwerden bei der Arbeit klagt 10 % Rente auf die Dauer eines Jahres zugebilligt.

Bei der Nachkontrolle am 12. 3. 1957, also 2 1/2 Jahre nach dem Unfall war der Bruchspalt mit knochendichter Substanz überbrückt. Nur radial ist eine kleine Stufenbildung zurückgeblieben, die die vom Patienten geäußerten Schmerzen bei Handarbeit erklärlich macht. Sonst sind keine posttraumatischen Veränderungen mehr erkennbar.

An dem Fall ist noch besonders beachtenswert, dass es hier nach immerhin erheblichen Verzögerungen der Heilung im Verlauf von 2 Jahren ohne weitere Behandlung noch zu einer Verknöcherung gekommen ist. Es dürfte in dem Fall also zunächst zu vermehrter Bildung hyalinen Knorpels gekommen sein, der sich dann erst im Verlauf von 2 Jahren zu osteoidem Gewebe umwandelte.

2. Verzögerung der Bruchheilung am Naviculare infolge Knochenatrophie:

Ganz erhebliche Verzögerungen der knöchernen Festigung eines Kahnbeinbruches können durch die posttraumatische Knochenatrophie verursacht werden, nämlich dann, wenn diese erst 6 bis 8 Wochen nach dem Trauma in Erscheinung tritt, also zu einem Zeitpunkt, zu dem die Fraktur bei ungestörter Heilung schon belastbar erscheint. Fünf Fälle unseres Krankengutes boten ein derartiges Verhalten. Hier waren 3 bis 11 Monate Behandlung bis zur endgültigen Bruchfestigung notwendig. Alle fünf Frakturen waren 6 oder 8 Wochen nach dem Unfall als fest bezeichnet worden; dann erst trat eine Sudeck'sche Atrophie I. Grades auf, in deren Verlauf es wieder zur Entkalkung im Bruchspalt kam, sodass dieser erneut deutlich und scharf gezeichnet im Röntgenbild nachweisbar wurde. Das Handgelenk musste also weiterhin ruhiggestellt werden, in einem Fall auf die Dauer von elf Monaten. Nach Abklingen der atrophischen Erscheinungen festigten sich dann die Brüche sehr rasch. In allen Fällen erfolgte hier die Entkalkung beider Bruchstücke gleichmässig. - Im allgemeinen scheint sich aber eine nach 3 Wochen auftretende erstgradige Knochenatrophie nicht heilungsverzögernd auszuwirken. Jedenfalls konnte bei dieser nie derart auffälliges Verhalten festgestellt werden, wie bei den oben erwähnten Patienten. Über die Auswirkungen eines Sudecks höheren Grades konnten an dem zur Diskussion stehenden Krankengut keine Erfahrungen gesammelt werden.

3. JAHNA wie kürzlich darauf hin, dass die Richtung des Bruchlinienverlaufes für die Prognose des Kahnbeinbruches von Bedeutung sei.

Er teilt sein Material von 734 Fällen ein in horizontale Schrägbrüche, Querbrüche und vertikale Schrägbrüche, wobei er den vertikalen Schrägbrüchen eine schlechte Prognose zuschreibt. Wir können zu dieser Beobachtung nichts beitragen, da wir an unserem Material nur 3 vertikale Schrägbrüche sahen, die alle knöchern heilten, und in ihrem Heilungsverlauf keine auffälligen Abweichungen zeigten.

Keine Ursachen für verzögerte Heilung ergaben sich in der Unterbrechung der Blutversorgung für das proximale Fragment, und in dem kombinierten Auftreten der Kahnbeinfraktur mit anderen, meist Radiusfrakturen.

d. Die Höhlenbildung am Kahnbein

In den vorausgehenden Abschnitten wurde bereits mehrmals auf den Begriff der Höhlenbildung nach Navicularefraktur hingewiesen. Hier soll nun diese Erscheinung auf ihre Ursachen und ihre Bedeutung für die Diagnostik und Prognose der Kahnbeinfrakturen näher untersucht werden.

Höhlen am Navicularebruch wurden erstmals von PREISER 1910 beschrieben. Er fasste diese Erscheinung als posttraumatische Ostitis auf, die zur Spontanfraktur führe, und darauf beruhe, dass das Naviculare bei einer Distorsion des Handgelenkes aus seinen Gefässverbindungen gelöst werde. Derartige Höhlen beobachtete er in fünf Fällen. Aber auch eine Zyste an einem nicht frakturierten Naviculare betrachtete er als Vorstufe eine Spontanfraktur. PREISER hat hier, wie wir heute wissen, verschiedene Erscheinungen am Naviculare als ihrer Ursache nach für gleichwertig erachtet. Die PREISERsche Theorie der Zystenentstehung blieb auch nicht lange unwidersprochen. Als erster kritisierte sie WOLLENBERG, der aber auch vom Zustand der ausgebildeten Zyste nach Fraktur auf ihre Ursache schloss, und die Meinung vertrat, dass es sich dabei da er ein Riesenzellgranulom als Zysteninhalte fand, um eine Spontanfraktur nach einem einer Ostitis fibrosa ähnlichem Prozess im Kahnbein handle. - HIRSCH, der frisch frakturierte Kahnbeine, von der Unheilbarkeit des Bruches überzeugt, operativ entfernte, fand an einer drei Tage alten Fraktur im Bruchspalt, an der Stelle einer im Röntgenbild sichtbaren höhlenförmigen Aufhellung, frischblutigen Brei von Spongiosatrümmern. Er fasste deshalb die Höhle als das Ergebnis einer Zertrümmerung von Spongiosabälkchen bei Kompressionsfrakturen auf. - SCHNEK dagegen vertritt die Meinung, dass die Zyste erst entstehe, wenn der Bruch nicht ruhiggestellt wird, infolge dauernder Irritation der Gefässe durch die scherenden Bewegungen der Fragmente. Später schrieb SCHNEK, wie schon erwähnt wurde, dass das Auftreten von Höhlen Folge schlechter Callusbildung sei. Nach PFAB und ZÖLLNER sowie H. VIRCHOW entsteht die Höhle, ähnlich der Auffassung HIRSCHs, gleich bei der Fraktur und wird erst später im Verlauf der Resorption der Trümmer röntgenologisch sichtbar. - BÖHLER lehrte, dass Navicularefrakturen im Stadium der traumatischen Höhlenbildung noch durch Ruhigstellung über 4 bis 8 Monate geheilt werden könnten, wobei er mangelnde Behandlung für das Auftreten der Höhle verantwortlich machte. Wir sahen an unserem Krankengut Höhlen in grösserer Zahl auftreten, und zwar bei Frakturen, die von Anfang an ruhiggestellt worden waren, ebenso, wie bei denen, die erst verspätet zur Behandlung kamen. Der grösste Teil dieser Höhlen, meist kleinere Gebilde, war bereits nach 6 oder 8 Wochen mit Knochencallus gefüllt, und der Bruch belastungsfähig. Strukturunregelmässigkeiten liessen aber auf ihre Existenz schliessen. Beim Auftreten grösserer Höhlen, waren dagegen oft erhebliche Verzögerungen der Bruchheilung zu beobachten, auch trotz konsequenter Gipsbehandlung. In den meisten Fällen war auf der ersten Röntgenaufnahme noch nichts von einer Höhle oder sonstigen Resorptionserscheinungen zu sehen. Wir kommen deshalb zu der Auffassung, die auch SCHNEK zum Teil vertrat, dass die Höhle in den meisten Fällen eine Resorptionserscheinung ist, die infolge schlechter Callusbildung besonders hervortritt.

In Einzelfällen kann es aber zur Höhlenbildung nach der Erfahrung HIRSCHs kommen, wobei die Höhle dann vom ersten Tag an sichtbar sein kann. Der im folgenden geschilderte Fall zeigt derartiges Verhalten.

Fall VI, Archiv-Nr. 267709. Der 46 jährige Zimmermann F. E. stürzte am 4. 12. 1952 von einer Leiter und kam am 5. 12. 1952 in die Klinik, da er seit dem Unfall Schmerzen im linken Handgelenk hatte. Das Röntgenbild (Abb. 18) zeigt einen Querbruch des linken Naviculare am Übergang zum distalen Drittel, mit breiter Trümmerzone. Der distale Bruchrand buchtet sich in seiner ganzen Länge höhlenförmig in das distale Fragment hinein. Der Bruchspalt ist deutlich mit kalkdichten Trümmern von unregelmässiger Struktur gefüllt. Ein Resorptionssaum an den Bruchrändern ist nicht erkennbar, auch fehlen noch Zeichen einer posttraumatischen Knochenatrophie. Ruhigstellung mit Gipsschiene.

Am 23. 2. 1953 ist der Bruchspalt noch erkennbar, aber mit Callus überbrückt. Im Handgelenk zeigt sich grobfleckige Knochenatrophie, an der das proximale Kahnbeinfragment nicht teilnimmt. - Der Bruch gilt als vorsichtig belastbar. Die ruhigstellende Behandlung wird nun, nach 11 Wochen, ausgesetzt.

Am 17. 4. 1953 erscheint der Bruchspalt knöchern überbrückt. Die Knochenatrophie hat zugenommen, wobei auch das proximale Bruchstück im Vergleich zum letzten Bild an Dichte verloren hat. Am radialen Kontur erscheint der Knochen ein wenig aufgetrieben. - Der Patient hat trotz der guten Festigung der Fraktur starke Beschwerden im linken Handgelenk; er trägt Ledermanschette, und bekommt 20 % Rente zugewilligt.

Bei der Spätkontrolle am 13. 3. 1957 ist der Bruch nicht mehr nachweisbar. In Höhe der Frakturstelle hat sich aber an dem radialen Kontur des Naviculare ein Knochensporn ausgebildet, der die vom Patienten angegebenen erheblichen Beschwerden im Handgelenk bedingt.

Das Wesentliche an diesem Fall ist, dass eine Höhlenbildung infolge der schweren Gewalteinwirkung schon am ersten Tag nach dem Unfall röntgenologisch sichtbar sein kann, dass dabei aber keine Resorptionsvorgänge an den Bruchrändern oder im Höhlenbereich erkennbar sind. - Dagegen erschien, wie bereits erwähnt, bei den meisten anderen Frakturen die Höhle erst auf der Kontrollaufnahme nach 6 Wochen, wobei sich immer reaktives Geschehen am Bruchspalt und im Höhlenbereich nachweisen liess. Nach SCHNEK treten diese Erscheinungen 3 Wochen nach dem Unfall deutlich hervor. In diesem Zusammenhang interessiert einmal die Frage nach dem Alter einer Fraktur, wenn sich bei ihr schon auf dem ersten Röntgenbild eine Höhle erkennen lässt, ferner, ob es für die Zystener-



Abb. 18

scheinung etwa verschiedene Ursachen gibt.

Die Frage nach dem Alter einer Kahnbeinfraktur ist für den Arzt nicht nur aus Gründen der Prognose (siehe vorigen Abschnitt) von Interesse, sondern er wird öfters in die Lage kommen, als Gutachter entscheiden zu müssen, ob der erhobene Befund mit den Angaben des Patienten über das Unfallereignis in Übereinstimmung gebracht werden kann. Im folgenden sollen deshalb die Möglichkeiten erörtert werden, die im Zusammenhang mit einer Kahnbeinfraktur eine höhlenförmige Aufhellung auf der ersten Röntgenaufnahme bedingen können.

Einmal kann also, wie oben ausgeführt, infolge Zertrümmerung der Spongiosa die Höhle vom ersten Tag an sichtbar sein. Wir wollen dahingestellt sein lassen, ob unbedingt nur eine Kompressionsfraktur einen derartigen Zustand hervorrufen kann. Wesentlich ist aber für die Diagnose, dass im Bruchbereich keine Resorptionserscheinungen erkennbar sind. Das Sudecksyndrom kann diagnostisch nicht beweisend verwertet werden, da es nicht regelmässig auftritt. Auch wenn auf dem ersten Bild keine Knochenatrophie erkennbar ist, kann das Trauma doch bereits längere Zeit zurückliegen.

Eine weitere Möglichkeit besteht im Einbruch einer vorhandenen Knochenzyste. PREISER beschrieb eine derartige Zyste im Naviculare, wie bereits erwähnt, an einem Fall nach Distorsion des Handgelenkes ohne Fraktur. Er fasste sie als Folge der Unterbrechung der Blutversorgung durch das Trauma auf. Hier irrte PREISER sicher, denn es dürfte sich dabei um einen blossen Zufallsbefund einer Knochenzyste gehandelt haben, wie man sie in den Hand- und Fusswurzelknochen häufiger antrifft. Natürlich kann eine Gewalteinwirkung zum Einbruch einer solchen Zyste führen. Im übrigen verursachen derartige Gebilde ihrem Träger keinerlei Beschwerden. Pathologisch anatomisch handelt es sich hierbei um eine umschriebene Markfibrose, die von einer Randsklerose, einem kräftigen Knochenbälkchenmantel umgeben ist. Die Ursache solcher Bildungen ist im grossen und ganzen unbekannt. - Wir sahen derartige Knochenzysten in zwei Fällen, in einem als Zufallsbefund in einem sonst gesunden Kahnbein, im zweiten kam es bei vorhandener Zyste zu einer Fraktur des Naviculare infolge Unfalls. Dieser Fall soll hier mitgeteilt werden.

Fall VII, Archiv-Nr. 294978. Die 52 jährige Patientin L. G. kam innerhalb von eineinhalb Jahren zweimal in der Ambulanz der Klinik zur Beobachtung.

Im Juni 1955 zog sie sich einen typischen Radiusbruch, sowie einen Abriss des Ellengriffelfortsatzes am rechten Unterarm zu. Als Nebenbefund zeigte das unverletzte Naviculare zwei zystische Aufhellungen von etwa Linsengrösse im distalen Teil des Knochens. Eine weitere kleinere Zyste ist im Os hamatum zu erkennen. (Abb. 19). Am 8. 9. 1956 kam die Patientin wieder in Behandlung. Diesmal mit einer Verletzung des linken Handgelenkes. Auf dem angefertigten

Röntgenbild (Abb. 20) stellt sich im distalen Teil des Naviculare eine etwa linsengrosse zystische Aufhellung mit sklerotischem Rand dar. An deren proximalem Pol zeigt der ulnarseitige Kontur des Naviculare eine kleine Stufenbildung, von der aus eine Aufhellungslinie nach radial bis an die Kompakta durchläuft. - Es handelt sich also um eine Fraktur in unmittelbarer Nähe der Zyste, wobei der Bruchspalt deren proximale Wand tangiert. Die Fraktur wird mit Gips ruhiggestellt.

Am 16.10.1956 erscheint der Bruch gefestigt und vorsichtig belastbar. Die Zyste mit ihrem sklerotisierten Rand ist nach wie vor deutlich erkennbar und zeigt keinerlei reaktive Veränderungen.

Am 5.2.1957 erweist sich der Bruch bei der Kontrolle als knöchern fest. Die Zyste hat sich nicht verändert. (Abb. 21). In diesem Falle verlief die Bruchlinie etwas proximal der Zyste, weiterhin ergab sich die Diagnose aus dem beiderseitigen Vorhandensein der selben Bildung. Auch die Randsklerose deutet auf einen sehr lange bestehenden Zustand hin, ist aber nicht nur für die Knochenzyste charakteristisch. Bei direktem Einbruch einer derartigen Zyste und nur isoliertem Auftreten derselben kann sich aber die Differentialdiagnose gegenüber anderen Höhlenbildungen sehr schwierig gestalten.



Abb. 19



Abb. 20



Abb. 21

Den oben beschriebenen Knochenzysten ganz ähnliche Erscheinungen können entstehen, wenn bei einer mit ausgeprägter Höhlenbildung einhergehenden Navicularefraktur die Höhle aus irgend einem Grund nicht mit Callus aufgefüllt wird, die Randpartien des Bruches aber verknöchern. Dabei wird die Funktion des Handgelenkes voll gewährleistet, es bleibt aber die Gefahr, dass bei einer erneuten, verhältnismässig geringen Gewalteinwirkung auf das Handgelenk eine Refraktion des Naviculare im Höhlenbereich auftritt. - Eine derartige Restzyste könnte dem von WOLLENBERG beschriebenen Zustand zugrunde gelegen haben, den er als Ostitis fibrosa ansprach. Auf die Ursache dieser Erscheinung wird später noch eingegangen werden, hier seien zwei Fälle dargestellt, von denen der erste das Entstehen einer solchen posttraumatischen Restzyste lückenlos zeigt. Der zweite Fall zeigt eine Refraktion einer derartigen Zyste, deren Diagnose zunächst einige Schwierigkeiten bereitete, da die Anamnese vom Patienten verschwiegen wurde.

Fall VIII, Archiv-Nr. 260377. Der 24 jährige Schreiner F. B. stürzte am 26.2.1952 auf die rechte Hand.

Am 29.2.1952 wird bei einer Röntgenaufnahme eine Aufhellungslinie im rechten Naviculare mit einer Unregelmässigkeit am radialen Kontur festgestellt. Sonst sind keine resorptiven Veränderungen erkennbar. (Abb. 22).

Bei der Kontrolle am 23.4.1952, also nach 8 Wochen, zeichnet sich im radialen Bereich des Bruchspaltes eine tiefe Höhle ab während nahe dem ulnaren Kontur die Bruchränder gut adaptiert erscheinen (Abb. 23). Das proximale Fragment zeigt bei der inzwischen aufgetretenen leichten Knochenatrophie gegenüber dem distalen deutlich höheren Kalkgehalt.

Am 15.5.1952 (Abb. 24) dehnt sich die Höhle nach distal hin weiter aus. Der ulnare Abschnitt des Bruchspaltes erscheint durch Callusbildung verwaschen gezeichnet, ist aber noch sichtbar. Das Sudeck-syndrom im Handgelenk hat weiter zugenommen, wobei das proximal Kahnbeinbruchstück immer noch nicht entkalkt wurde.



Abb. 22



Abb. 23

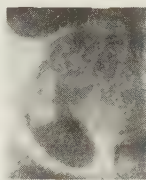


Abb. 24



Abb. 25

Am 11.6.1952 (Abb. 25) zeigt sich die Kompakta am radialen Kontur wieder durchgehend, und der Bruchspalt erscheint im ulnaren Bereich von Knochencallus überbrückt. In der Höhle findet sich keinerlei kalkdichte Struktur. Die Knochenatrophie ist noch nicht abgeklungen, das proximale Bruchstück noch nicht entkalkt worden. Auf Grund der Überbrückung des Bruchspaltes zu beiden Seiten der Höhle wird die Fraktur für belastbar erklärt. Der Bruch war 14 Wochen ruhiggestellt worden.

Am 14.3.1957 (Abb. 26), also nach 5 Jahren erschien der Bruch bei der Spätkontrolle knöchern fest. Die Höhlenbildung hat sich aber bis zu diesem Tag noch nicht mit Knochen aufgefüllt und ist auf dem Röntgenbild deutlich zu erkennen.

Der Patient kann jedoch beschwerdefrei seiner Arbeit als Schreiner nachgehen. Ausser der Höhlenbildung ist es im Handgelenk zu keinen posttraumatischen Veränderungen gekommen, insbesondere zu keiner Bewegungseinschränkung.



Abb. 26

Aus diesem Fall ist ersichtlich, dass eine derartige Zyste bestehen

bleiben kann, ohne dass sie mit einer kompletten Pseudarthrose verbunden sein müsste. Der nächste Fall zeigt, wie leicht eine solche Bildung wieder einbrechen kann, und welche Schwierigkeiten sich daraus für die Diagnose und Heilung ergeben. Es ist noch zu sagen, dass diese Restzysten nicht in einem stationären Zustand bleiben brauchen, sondern dass sich in ihrem Inneren und an ihren Rändern über längere Zeit rege Umbauvorgänge abspielen können, bis die Zystenwand endlich sklerosiert wird.

Fall IX, Archiv-Nr. 266693 u. 255552. Der 20 jährige Patient J. F. kam am 15. 8. 1951 in die Klinik, da er am selben Tag auf die linke Hand gefallen war.

Im Röntgenbild stellte man eine kleine Stufenbildung am radialen Kontur des linken Naviculare fest, ferner fand man eine rundliche Aufhellung im proximalen Bereich des Knochens. (Abb. 27).

Etwas ulnar der Höhle befindet sich eine deutliche Strukturverdichtung, die mit einem Nekroseherd Ähnlichkeit hat. Ein durchgehender Bruchspalt ist aber nicht nachzuweisen gewesen; deshalb wurde der Befund nicht als sichere Fraktur angesprochen. Zur Klärung der Diagnose schlug man eine Röntgenkontrolle 8 Tage später vor, die aber nicht durchgeführt wurde. Die Verletzung wurde als Distorsion des Handgelenkes gedeutet, und mit Alkoholumschlägen und Schienenverband behandelt. Am 27. 8. 1951 nahm der Patient die Arbeit wieder auf.

Am 26. 10. 1952, also 1 Jahr später, kam der Patient erneut in die Klinik. Beim Fussballspielen war ihm der Ball gegen die linke Hand gesprungen, hatte sie dorsalflektiert, während ein anderer Spieler mit dem Bein gegen die Dorsalseite des Handgelenkes stiess. Vom Patienten selbst wurde dieses Ereignis zunächst gar nicht als Verletzung empfunden, er spielte weiter. Nach einigen Stunden schwoll das Handgelenk jedoch schmerzhaft an, sodass er die Klinik aufsuchte. Diesmal ist im Röntgenbild (Abb. 28) ein breiter Frakturspalt mit Resorptionerscheinungen und Höhlenbildung im linken Kahnbein zu erkennen. Die kleine Stufenbildung, die oben beschrieben wurde ist immer noch vorhanden. Distal davon verläuft der Bruchspalt. Auf den ersten Blick würde man bei diesem Befund an eine ältere Fraktur denken. Die Frage, ob vor einem Jahr nicht doch ein Bruch vorgelegen hat, lässt sich aus diesem Bild nicht ersehen, da eine Zwischenaufnahme fehlt.



Abb. 27

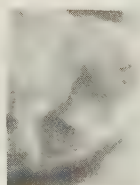


Abb. 28

Es wurden deshalb in diesem Fall Nachforschungen angestellt, ob sich noch ein früheres Trauma ergibt, auf das sich der Befund beziehen lässt, oder ob hier eventuell, Patient arbeitet als Asphalteur, ein Berufsschaden vorliegen kann. Tatsächlich gab der Patient an, seit mehreren Jahren mit Pressluftbohrern arbeiten zu müssen, alle zwei Wochen einen Tag lang. Seit den Arbeiten von REICH, ROSTOCK u. a. ist bekannt, dass durch den Umgang mit Pressluftwerkzeugen, Spontanfrakturen am Kahnbein auftreten können. Dabei sind aber meistens beide Handgelenke gleichermassen betroffen. Auch ist es fraglich, ob die verhältnismässig seltene derartige Betätigung unseres Patienten den Befund erklären kann. - Weiter gab der Patient an, dass er früher schon öfters auf die Hand gefallen sei, und auch deswegen vom Hausarzt an ein anderes Institut zum Röntgen geschickt worden wäre. Dieser überliess uns freundlicherweise die in seinem Besitz befindlichen Aufnahmen, doch ohne genauere Angaben.

Immerhin liess sich den Aufnahmen entnehmen, dass der Patient bereits 1949 einen Bruch des linken Naviculare im distalen Drittel erlitt, der sich am 13. 5. 1949 bereits in Ausheilung befand. Im proximalen Drittel fanden sich damals keine Frakturzeichen. Ein weiteres Bild datiert vom 16. 6. 1950. Es zeigt einen Bruchspalt im proximalen Drittel, mit ausgeprägter Höhlenbildung, die kalkdichten Inhalt aufweist. Es dürfte sich um eine ältere Fraktur handeln, genauere anamnestische Angaben liegen aber nicht vor. Auf dem Kontrollbild (Abb. 29) dazu vom 18. 7. 1950 erscheint das proximale Fragment etwas nach ulnar dislociert, und in das distale eingestaucht. Dabei entsteht jene kleine Stufe, die man im Jahr darauf auf der Aufnahme vom 15. 8. 1951 (Abb. 27) beobachtete. Die grosse Höhle erscheint teilweise mit unstrukturierter, kalkdichter Masse gefüllt, die ebensogut Callus sein kann, wie nekrotische Knochensubstanz. Auf Grund des Befundes vom 15. 8. 1951 ist eher das Letztere anzunehmen, wobei die damals sichtbare Höhle, die sich bis zum 26. 10. 1952 noch wesentlich vergrösserte, durch Resorption dieser Massen entstanden sein dürfte.



Abb. 29

Jedoch ist der Bruch 1950 wahrscheinlich unter der geringen Einstauchung in seinen Randpartien fest geworden. Sehr wahrscheinlich ist es auch 1951 zu keiner Fraktur gekommen, sondern die Höhle hat sich von selbst bis 1952 vergrössert, sodass dann das geringe Trauma genügte, um zu einer Restfraktur zu führen, die aber etwas proximal der alten Bruchstelle erfolgte. Es muss dahingestellt bleiben, ob dieser Resorptionsprozess durch die berufliche Tätigkeit des Patienten gefördert wurde. Damit wäre für den Zustand am 26. 10. 1952 eine Erklärung gegeben.

Die Fraktur vom 16. 10. 1952 wurde am 27. 10. 1952 im Gips ruhig-

gestellt. Auf Kontrollaufnahmen vom 11.12.1952 ist die zystische Aufhellung noch deutlich zu erkennen, der Bruchspalt selbst erscheint jedoch verwaschen. Das proximale Fragment ist gegenüber dem distalen deutlich strukturdichter. Im ganzen ist die Callusbildung stark verzögert.

Am 15.1.1953 findet sich im Navicularebruchspalt vermehrte Kalksalzeinlagerung. Die Zyste ist aber in der Callusbrücke noch erkennbar. Belastung der Fraktur erscheint noch nicht ratsam.

Am 12.2.1953 (Abb. 30) wurde weitere Callusbildung festgestellt. Der Bruchspalt erscheint mit kalkdichter unstrukturierter Masse überbrückt, nur am radialen Kontur befindet sich noch eine Unterbrechung der Struktur. Die Behandlung wurde daher abgebrochen. Die Spätkontrolle am 14.3.1957 (Abb. 31), also fünf Jahre nach dem Unfall, ergab zur grossen Überraschung eine ausgebildete Pseudarthrose des linken Kahnbeines mit abgedeckelten Bruchflächen. Dagegen ist es nicht zur Nekrose des proximalen Fragmentes gekommen. Am Radiusgriffel lassen sich bereits Zeichen geringer Arthrosis deformans nachweisen. Der Patient, der allerdings von sehr ro-



Abb. 30



Abb. 31

buster Natur ist, klagte nicht über wesentliche Beschwerden im Handgelenk. Diese Pseudarthrose entspricht dem Bruchspalt vom 26.10.1952, wie Nachmessung ergab. Die Frage, wie es zur Bildung dieser Pseudarthrose kam, ist nicht exakt zu beantworten. Weitere Verletzungen des Handgelenkes hat Patient nicht mehr angegeben, er hat aber nach Ende der Behandlung wieder wie vorher mit Pressluftbohrern gearbeitet. Ob diese Betätigung zur Falschgelenkbildung an dem einmal geschädigten Kahnbein führte, muss dahingestellt bleiben. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass die auf der Bildserie erkennbare Verdichtung im Bruchspalt überhaupt keiner echten Callusbildung entsprach. Darauf muss aber später noch einmal eingegangen werden.

Weiter können Höhlenbildungen am Kahnbein, wie nun schon erwähnt, hervorgerufen werden, durch sog. Mikrotraumen bei Dauerbelastung, wie sie z. B. beim Handhaben von Pressluftwerkzeugen auftreten. Dabei kommt es zur Schädigung der Spongiosa, während die Corticalis zunächst noch unversehrt bleibt. Die dabei auftretenden Zysten sind echte traumatische Resorptionshöhlen, die dann bei einem geringen Anlass einbrechen können. Der Unterschied zwischen diesen

Höhlen und denen, die bei einer Fraktur entstehen besteht darin, dass bei diesen die Zerstörung von Spongiosa und Corticalis gleichzeitig im Augenblick der Gewalteinwirkung erfolgt, während das bei jenen zeitlich nacheinander geschieht. Die auf diese Weise hervorgerufenen Spontanfrakturen erster Ordnung gehören in Deutschland zu den entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten.

Von dieser mikrotraumatisch bedingten Kahnbeinmalazie trennten FROSCH und in neuer Zeit SCHERER das Bild der endogen bedingten Kahnbeinmalazie, als Analogon zur Mondbeinmalazie. Dabei nimmt vor allem Scherer eine Störung der Stoffwechselprozesse im Naviculare als Ursache der Erscheinung an.

Ferner kann sich im Kahnbein in sehr seltenen Fällen auch einmal ein pathologischer Prozess, wie Ostitis fibrosa, Ostitis multiplex cystica, Lues oder Tuberkulose etablieren. Auch Carcinommetastasen sollen dort schon beschrieben worden sein (SCHNEK). Mit derartigen Diagnosen wird man aber sehr vorsichtig umgehen müssen. Im folgenden soll noch ein Fall geschildert werden, bei dem bereits zwei Tage nach einem angegebenen Trauma eine Resorptionshöhle sichtbar war, und an ihm die Differentialdiagnose der Höhlenbildung am Kahnbein erörtert werden.

Fall X, Archiv-Nr. 288216. Der 24 jährige Patient P. I. kam am 18. 3. 1955 mit den klinischen Symptomen eines Navicularebruchs der rechten Hand in die Ambulanz. Er gab an, am 16. 3. 1955, also vor zwei Tagen, an der Baustelle, an der er arbeitete auf die Hand gestürzt zu sein.

Auf dem Röntgenbild vom 18. 3. 1955 (Abb. 32) zeichnen sich bereits breite, höhlenförmig in die Fragmente vorspringende Resorptionszonen ab, deren distales Dach deutlich sklerosiert erscheint. Distal vom Bruchspalt projiziert sich ein etwas kalkdichterer Schatten der einem kleinen Abriss entsprechen dürfte. SUDECK'sche Atrophie ist noch nicht nachweisbar.



Abb. 32



Abb. 33

Am 29. 4. 1955 ist der Bruchspalt hauptsächlich radial bis auf eine kleine Konturunterbrechung von kalkdichtem Callus überbrückt, während sich vom ulnaren Kontur aus noch eine Höhle bis in die Mitte des Knochens hinein erstreckt.

Auch bei einer weiteren Kontrolle am 13. 5. 1955 (Abb. 33) erscheint der Bruch in seiner radialen Hälfte von Callus überbrückt, während

die ulnarseitige Resorptionshöhle keine wesentlichen Gestaltsveränderungen erfahren hat. Sie erscheint jetzt allerdings wolkig verwaschen. Am 1.6.55 hat auch die Zyste kalkhaltigen Callus eingelagert, ist aber noch sichtbar. - Die Ruhigstellung wird nun nach 2 1/2 monatiger Behandlung nicht mehr fortgesetzt.

Am 21.9.55 erweist sich die Fraktur als knöchern ausgeheilt. Die Höhlenbildung ist mit knochendichtem Gewebe gefüllt. Im Handgelenk ist es zu keinen posttraumatischen Veränderungen gekommen. Es erhebt sich hier die Frage, ob die Kahnbeinfraktur auf Grund des Befundes vom 18.3.1955 wirklich erst, wie vom Patienten behauptet, zwei Tage alt sein konnte. Es muss gleich gesagt werden, dass hier ein Zustandsbild, wie es HIRSCH beschrieb, und wie wir es in Fall VI darstellten, nicht vorliegen kann, da die Aushöhlung der Bruchflächen in diesem Falle deutlich resorptiven Charakter hat. Es handelt sich also um den gleichen Prozess wie im Falle VIII, bei dem wir aber drei Tage nach dem Unfall noch keinerlei Andeutung einer Resorption sahen, obwohl dort später eine ausgeprägte Höhle in Erscheinung trat. Man wird hier in erster Linie an eine bereits etwas ältere Fraktur denken, zumal die Höhlenränder auf dem ersten Bild schon etwas unscharf gezeichnet sind. In der Anamnese des Patienten findet sich auch noch ein Unfall vom 15.11.1954, also 4 Monate früher, bei dem er sich eine Fussverletzung zuzog. Von einer Verletzung der Hand war damals keine Rede. Es könnte aber dabei doch zu einer unbemerkt gebliebenen Navicularefraktur gekommen sein. Aus dem Bild vom 18.3.1955 ist dies nicht leicht zu entscheiden; es spricht aber der gute Heilungsverlauf, wenn er sich auch über fast drei Monate erstreckte, gegen eine so alte Fraktur, zumal wir im vorigen Abschnitt sahen, dass bei einer 2 1/2 Monate alten Fraktur keinerlei Zustandsänderung im Sinne einer Heilung mehr erfolgte. Es wäre aber denkbar, wir stützen uns dabei auf die später noch einmal zu erwähnenden Untersuchungen von HAASE, dass es bei einer früheren Gewalteinwirkung auf das Handgelenk, die vom Patienten gar nicht besonders beachtet worden ist, zu umschriebenen Zerstörungen der Spongiosa ohne Auftreten einer kompletten Fraktur gekommen sein könnte, ähnlich den Spongiosazerstörungen bei Dauerbelastung. Die Resorption dieser traumatischen Nekrosen führte zur Zystenbildung, die dann bei dem Unfall am 16.3.1955 einbrach. Diese Erklärung, für die wir keine exakten Anhaltspunkte haben, ist der ursprünglichen Auffassung PREISERS über die Zystenentstehung nicht unähnlich, doch werden hier für die Ursache der Nekrosen mechanische Momente, wie die Umlagerung der Kristallstruktur des Knochens verantwortlich gemacht, die mit dem Leben des Gewebes nicht zu vereinbaren sind, während PREISER an eine direkte Unterbrechung der Blutversorgung glaubte. Auch handelt es sich nach unserer Meinung bei Fällen, für die diese Erklärung anwendbar ist, um Einzelercheinungen, die nicht verallgemeinert werden dürfen. Es liegt also im Bereich des Möglichen,

dass ein Befund das Ergebnis zweier verschiedener Traumen ist. Dies kann natürlich nur anamnestisch geklärt werden.

Im übrigen bestünde bei derartigen Befunden Anlass, die Glaubhaftigkeit der Angaben des Patienten bezüglich des Unfallereignisses anzuzweifeln, denn Vorspiegelung falscher Tatsachen gegenüber dem Arzte dürften im Zusammenhang mit entschädigungspflichtigen Unfällen keine Seltenheit sein.

Es muss aber offen gesagt werden, dass es geradezu unmöglich ist, die Ursachen des Befundes vom 18.3.1955 nachträglich noch einwandfrei zu klären, zumal der Patient der Spätkontrolle trotz besonderer Aufforderung fern blieb.

Wenn auch, wie wir oben sahen, eine Höhlenerscheinung mehrere Ursachen haben kann, so ist doch die weitaus häufigste die Resorption von Knochensubstanz nach Fraktur, wie wir sie in den Fällen II und VIII sicher gesehen haben. Auch die später zu beschreibenden Fälle bieten alle derartige Gebilde auf resorptiver Grundlage. Während nun BÖHLER und SCHNEK, wie bereits erwähnt, der Ansicht sind, dass die Höhle erst im Laufe der Zeit infolge mangelnder Ruhigstellung entsteht, kommen wir auf Grund unserer Befunde wie PFAB und ZÖLLNER sowie VIRCHOW und HIRSCH zu der Auffassung, dass diese eine direkte Folge der Gewalteinwirkung beim Unfall darstellt.

Wenn man behauptet, dass die Höhle im Augenblick der Fraktur entsteht, so muss man sich darüber im Klaren sein, dass zwischen dem von HIRSCH beschriebenen Zustand, und der Erscheinung, die man heute allgemein als Resorptionszyste bezeichnet, ein Unterschied besteht, zwar nicht dem Wesen nach, wohl aber ein graduel-ler. - Während bei der von HIRSCH, und auch von uns in Fall VI beobachteten Höhle, die Spongiosa durch das Trauma so stark beansprucht wurde, dass sie regelrecht zerbarst und im Hämatom aufgeschwemmt wurde, dürfte es beim anderen Erscheinungsbild durch die Überbeanspruchung bei der Fraktur im Kahnbeinkörper nur zu so schweren Schädigungen der lebenden Substanz kommen, dass diese nekrotisiert. Dabei braucht aber die Spongiosastruktur nur teilweise oder gar nicht aus ihrem Zusammenhang gelöst werden. PFAB und ZÖLLNER wiesen darauf hin, dass die von ihnen beschriebene Höhlenbildung nur an einer Stelle mit dem Bruchspalt in Verbindung stand, sich aber unter einer Spongiosadecke tief in den Knochen hinein ausbreitete. - Nach den Untersuchungen von W. HAASE treten derartige Nekrosen am Knochen im Bereich jeder Kraftwirkung auf, am stärksten an der Frakturstelle. Es bilden sich dabei beiderseits des Bruchspaltes sog. Zerrüttungszonen, in denen es zur Umlagerung der Kristallstruktur kommt. Während an totem Material wie Holz oder Metall derartige Kristallumlagerung eine Verfestigung des Körpers bedeutet, ist diese am Knochen nicht mit dem Leben zu vereinbaren und führt zu umschriebenen Nekrosen. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob die Kraftwirkung einmalig,

oder in kleinere Quanten unterteilt mehrmals wiederholt auftritt. Wir haben hier die Erklärung für die oben erwähnten Spontanfrakturen nach Dauerbelastung. Zu erwähnen ist hier noch, dass die Compacta offensichtlich einer Umformung ihrer Feinstruktur mehr Widerstand entgegenzusetzen vermag als die Spongiosa, und durch Mikrotraumen immer zuletzt zerstört wird.

Die nekrotische Knochensubstanz muss nun resorbiert werden, während das Bruchhämatom organisiert werden soll. Dabei ist es dem Wesen des Vorganges nach gleichgültig, ob die Resorption nur Verbreiterung, keilförmige Erweiterung oder aber Höhlenbildung zur Folge hat. Diese Resorptionserscheinungen hängen nur von der geometrischen Form der Knochenzerstörung ab. Während bei gleichmässiger Verbreiterung des Bruchspaltes sowohl Spongiosa wie Compacta in gewisser Breite beiderseits der Bruchlinie zerstört wurden, und der Resorption anheimfallen, erstrecken sich diese Zerstörungen der Spongiosa bei Höhlenbildungen stellenweise weit in die Knochenfragmente hinein, ohne dass dabei die Corticalis beschädigt worden wäre. Wenn JAHNA heute zwischen Resorption und traumatischer Höhle unterscheidet, so besteht dieser Unterschied lediglich im Ausmass der stattgehabten Zerstörung von Knochensubstanz, nicht aber liegen dem zwei verschiedene Vorgänge zugrunde. Warum gerade die Kahnbeinfraktur besonders häufig mit Höhlenbildung einhergeht, lässt sich mit den mechanischen Spannungen erklären, denen dieser Knochen bei Belastung ausgesetzt ist. Besonders DUBOIS fand, dass die Trabekel des Naviculare bei Dorsalflexion starken Seitendruckwirkungen ausgesetzt sind. Auch wird das Kahnbein von Flüssigkeit durchsetzt, deren Elastizitätsmodul von dem der Knochensubstanz verschieden ist, wodurch bei Erschütterungen Schubwirkungen auftreten, die Einrisse im Balkenwerk des Knochens verursachen.

Im einfachsten Fall wird, wie im Abschnitt über die Bruchheilung beschrieben, das nekrotische Material von Phagozyten resorbiert, während die Organisation des Hämatoms voranschreitet. Resorption und Organisation sind aber Vorgänge, die nur von lebender Substanz, also vom unversehrten Bruchrand, ausgehen können. Die Resorption wird um so leichter und schneller vor sich gehen, je kleiner die zerstörten Balkenstücke sind, und je grösser damit ihre Oberfläche ist. Es wurde schon erwähnt, dass in einem Gutteil der Fälle mit nachweislich vorhandenen kleineren Resorptionshöhlen, diese nach 6 oder 8 Wochen bereits wieder mit Callus gefüllt sein können. Je grösser aber die Knochentrümmer sind, die abgebaut werden müssen, umso längere Zeit nimmt die Resorption in Anspruch. Im Falle IV war gut zu beobachten, wie lange sich die osteolytischen Vorgänge hinzogen, bis das sequesterartige Knochenstückchen resorbiert worden war. - Schliesslich kann es soweit kommen, dass die Phagozyten die Beseitigung des toten Knochens nicht bewältigen, und dieser

vorläufig liegen bleibt. Nekrotischer Knochen verhält sich aber gegenüber seiner Umgebung wie ein Fremdkörper, der entzündliche Prozesse auslöst. In diesen Fällen bleibt dann die Höhle bestehen, wobei sich das Granulationsgewebe nicht mehr zu Knochencallus differenziert. Ein derartiges Sistieren der Höhle wurde in Fall VIII beschrieben. Auch die von WOLLENBERG beobachtete Höhlenbildung dürfte dem entsprechen. WOLLENBERG fand damals ein riesenzellreiches Gewebe als Zysteninhalt, das er als eine einer Ostitis fibrosa ähnliche Bildung auffasste. Auch PFAB und ZÖLLNER beschrieben ein Riesenzellgranulom als Höhleninhalt bei bestehender Pseudarthrose. Sie fanden aber auch nekrotische Knochenbälkchen im Höhleninneren. Es kann kein Zweifel bestehen, dass es sich bei diesen Bildungen um Fremdkörperriesenzellgranulome handelt, die durch die nekrotische Knochensubstanz hervorgerufen wurden. Es erhebt sich hier die Frage, inwieweit das klare Hervortreten von Resorptionshöhlen, was in einem Teil der beschriebenen Fälle auftrat, nicht nur Folge mangelnder Callusbildung ist, sondern deren Ursache darstellt. Aus dem oben Gesagten geht deutlich hervor, dass die Höhle nicht nur Folge fehlender Ruhigstellung ist, wie das Böhler behauptete, sonst dürfte man bei konsequenter Ruhigstellung derartige Erscheinungen überhaupt nicht antreffen. Damit soll nicht gesagt sein, dass bei mangelhafter Behandlung weitere Schädigung der Spongiosa durch das Reiben der Bruchflächen aneinander unmöglich wäre.

Eine Heilungsverzögerung durch Höhlenbildung liesse sich einmal damit erklären, dass die in der Höhle sich befindende tote Substanz dem Granulationsgewebe im Wege liegt, wodurch die zweite Phase der Bruchheilung, die Organisation des Hämatoms, erst verzögert erfolgen kann. Weiter aber ist, wenn die Resorptionsvorgänge längere Zeit in Anspruch nehmen, im Bruchraum über längere Zeit ein erhöhter Kalziumspiegel vorhanden, wobei das Ca aus den toten Knochentrümmern gelöst wird. In den frühen Heilungsphasen wirkt diese Anhäufung von Ca^{++} anregend auf die Regenerationsvorgänge; später aber stört sie die Heilung erheblich (zitiert nach SCHINZ - BAENSCH). Ausserdem kann es, wie oben dargelegt, zur Fremdkörperwirkung kommen, wodurch die Verknöcherung im Höhlengebiet überhaupt verhindert wird. Bei grossen Höhlen, die den ganzen Bruchspalt überspannen, kann es dabei sogar zur Pseudarthrosenbildung kommen, wie wir das in Fall IX beobachteten. - Wenn hier der Vergleich erlaubt ist, zwischen Fällen VIII und IX, so ist zu sagen, dass im Falle VIII die knöcherne Festigung der Randpartien beiderseits der Höhle nur deshalb eingetreten sein dürfte, weil hier der Knochen an der Frakturstelle noch gut mit Periost versehen ist, sodass die Randfestigung durch periostale Callusbildung erfolgen konnte. Dagegen verlief die Fraktur im Falle IX im proximalen Kahnbeindrittel, also einem nur noch ganz spärlich von Periost bekleideten Knochenabschnitt. Infolge der grossen Höhle konnte es bei

dieser Fraktur zu keiner Festigung durch endostalen Callus kommen. Die Callusbildung der Corticalis aber ist, wie allgemein bekannt, so gering, dass sie für eine Stabilisierung des Bruches praktisch nicht in Frage kommt. Dass sich in diesem Falle die erste Fraktur 1950 festigte, geht sicher auf Kosten der erfolgten geringen Einstauchung (siehe S. 31).

Es zeigt sich übrigens in allen Fällen mit längerem Heilungsverlauf, vor allem aber bei Brüchen in der proximalen Kahnbeinhälfte, dass der Randkontur zuletzt wieder hergestellt wird. Manchmal bleibt eine kleine Einziehung am radialen Rand jahrelang bestehen, obwohl der Bruch sonst fest knöchern verheilt ist.

Im folgenden werden noch einige Fälle geschildert, aus denen ersichtlich ist, dass Höhlenbildung tatsächlich Heilungsverzögerung verursacht. Die Brüche wurden dabei alle kurz nach dem Unfall mit ruhigstellenden Massnahmen behandelt.

Fall XI, Archiv-Nr. 265878. Der 27 jährige O.G. erlitt am 31.8.1952 einen Verkehrsunfall. Am 5.9.1952 kam er zur Behandlung in die Klinik mit einer Abrissfraktur des Radiusgriffelfortsatzes, einer Querfraktur des Naviculare im proximalen Drittel und einem Schrägbruch des Os metacarpale IV an der linken oberen Extremität. Die Röntgenbilder von diesem Tage liegen nicht mehr vor. Die Frakturen wurden mit Gipsverband ruhiggestellt.

Am 25.9.1952 zeigt die Röntgenaufnahme (Abb. 34) am Naviculare einen breit resorbierten Bruchspalt, Keine Anzeichen einer Kalk-einlagerung. Auch die Absprengung des Radiusgriffels hat sich noch nicht angelagert. Die Metacarpalfraktur zeigt bei guter Stellung leichte Callusbildung. Gipswechsel.

Am 28.10.1952 (Abb. 35) buchtet sich der Bruchrand des proximalen Fragmentes höhlenförmig aus. Der Navicularebruchspalt ist deutlich sichtbar; bei leichtem Sudeck werden beide Fragmente gleichmässig entkalkt. Die Frakturen sind nicht fest. Gipswechsel.

Am 18.11.1952 wird der Gips endgültig abgenommen. Die Fraktur des Metacarpale erscheint belastbar. Der Navicularebruchspalt zeichnet sich immer noch klar ab. An seinem radialen Rand spielen sich resorptive Vorgänge ab. Der Radiusgriffel hat sich teilweise



Abb. 34



Abb. 35



Abb. 36

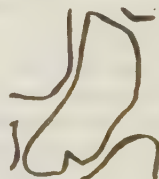


Abb. 37

angelagert.

Am 8.12.1952 (Abb. 36) erscheint der Navicularebruchspalt in seinem Mittleren Verlauf von Callus überbrückt, während sich die kleine Resorptionszyste am radialen Kontur und der Spalt in der ulnarseitigen Gelenkfläche noch deutlich abzeichnet. Es wird ein Klebroverband angelegt, der bis zum 10.1.1953 liegen bleibt. Zu diesem Datum ist der Navicularebruchspalt noch teilweise breit erhalten. Der Radiusgriffel hat keinen knöchernen Anschluss gefunden, die Metacarpalfraktur ist aber knöchern fest. Behandlung wird abgebrochen.

Bei einer Kontrolle am 8.5.1953 ist der Navicularebruch teilweise überbrückt, aber im ulnaren und radialen Teil noch sichtbar. Es wurde deshalb eine Pseudarthrosenbildung angenommen. Bei einer Spätkontrolle am 13.3.1957 (Abb. 37), also nach 4 Jahren, war der Radiusgriffel fest angeheilt, der Navicularebruchspalt bis auf eine Einkerbung am radialen Rand nicht mehr zu sehen. Funktionell zeigte sich jedoch eine leichte Bewegungseinschränkung im Handgelenk und Schmerzen bei Radialabduction.

An dem fünf Tage alten Bruch, der aber wahrscheinlich schon mit Schienenverbänden vorbehandelt worden war, zeigten sich also die Resorptionserscheinungen erst zwei Monate nach dem Unfall. Es ist aber nicht ganz klar, ob hier nicht die Regenerationsvorgänge im allgemeinen etwas verlangsamt abliefen, da auch die Metacarpalfraktur langer Ruhigstellung bedurfte. Interessant ist hier noch, genau wie im Falle V, dass der Kahnbeinbruch nach vier Jahren doch fest erschien, obwohl er nach 10 wöchiger Behandlung noch keine Anzeichen von Verknöcherung bot. Hier fehlen uns allerdings Angaben über eine etwaige funktionelle Beanspruchung der Hand während der Behandlungszeit. Wie diese beiden Fälle V und XI zeigten, sollten nicht sicher geheilte Kahnbeinbrüche jahrelang kontrolliert werden, um ihr wirkliches Schicksal festzustellen.

Fall XII, Archiv-Nr. 271939. Der 17 jährige Patient H.B. stürzte am 15.5.1953 auf die rechte Hand. Er kam wegen schmerzhafter Schwellung des Handgelenkes noch am gleichen Tag in die Klinik zur Behandlung. Die Röntgenaufnahme (Abb. 38) zeigte eine gezackte, stufenförmige Aufhellungslinie im proximalen Drittel des Kahnbeins. - Ruhigstellung im Gips.



Abb. 38



Abb. 39

Am 23.6.1953 Kontrolle: Die Fraktur ist noch nicht fest. -

Das Bild fehlt im Archiv.

Am 22.7.1953 ist im ulnaren Bereich des Bruchspaltes eine umschriebene Höhle sichtbar (Abb. 39). Der radiale Abschnitt des Bruchspaltes scheint von Callus überbrückt zu sein. Die Fraktur wurde als ziemlich fest bezeichnet.

Bei der Nachkontrolle am 2.10.1953 war nur noch eine zarte gestufte Aufhellung zu erkennen, der Bruchspalt war vollkommen mit Knochencallus ausgefüllt. - Die Fraktur war bis zur Festigung neun Wochen ruhiggestellt worden.

Hier sah man also, dass eine Fraktur mit einer umschriebenen Resorptionszyste im proximalen Drittel bei 9 wöchiger Ruhigstellung fest wurde. Nach dem im Abschnitt II a Dargelegten, ist dies aber noch als ein in den Grenzen des Normalen liegender Heilungsverlauf zu betrachten. Die folgenden drei Fälle zeigten aber bei breiten Resorptionshöhlen erhebliche Verzögerungen der Heilung, sodass bis zu fünf Monaten Dauer ruhiggestellt werden musste.

Fall XIII, Archiv-Nr. 274184. Dem 18 jährigen Patienten O. L. schlug bei seiner Tätigkeit als Schreiner ein schweres Brett am 13.6.1953 auf die rechte Hand. Er begab sich daraufhin anderorts zu einem Arzt, der einen Navicularebruch diagnostizierte und das Handgelenk in Gips ruhigstellte. Röntgenbilder lagen von diesem Tage nicht vor.

Am 31.7.1953 wurde der Patient an die Ambulanz unserer Klinik überwiesen. Die hier angefertigten Röntgenbilder zeigten einen höhlenförmig ausgebuchteten Frakturspalt im mittleren Drittel des rechten Kahnbeines, der nur an seinem radialen Rand mässige endostale Callusbildung aufweist (Abb. 40). Die Fraktur ist natürlich in keiner Weise fest. Zu einer ausgeprägten Knochenatrophie ist es nicht gekommen. Es wird ein neuer Gips für die Dauer von 5 Wochen angelegt.

Bei der Kontrolle am 25.8.1953 ist der Bruchspalt in seiner ganzen Ausdehnung noch deutlich sichtbar, es zeichnen sich vereinzelt Kalkeinlagerungen ab. Die Fraktur kann aber noch nicht für fest erklärt werden. Weiterhin Gipsbehandlung.



Abb. 40



Abb. 41

Am 6.10.1953 erweist sich der Bruchspalt bis auf eine kleine Unregelmässigkeit am radialen Kontur von knochendichtem Callus

überbrückt. Nach insgesamt 15 wöchiger Gipsbehandlung wird die Fraktur nun für Belastung freigegeben (Abb. 41).

Fall XIV, Archiv-Nr. 278630. Dem 22 jährigen Patienten E.W. schlug am 18.12.1953 die Kurbel einer plötzlich anspringenden Maschine gegen die rechte Hand. Er begab sich daraufhin zu einem Arzt, der einen Kahnbeinbruch und einen Abriss des Ellengriffels diagnostizierte, und die Frakturen in Gips ruhigstellte.

Am 8.1.1954 kam der Patient zur Gipsabnahme in unsere Klinik. Die Röntgenkontrolle (Abb. 42) ergab einen deutlich erkennbaren Frakturspalt im proximalen Kahnbeindrittel, der sich höhlenförmig in die Fragmente ausbuchtet. Das proximale Fragment wurde unter geringer Stufenbildung etwas nach ulnar dislociert. Bei der erstgradig ausgebildeten Knochenatrophie sind beide Bruchstücke gleichmässig entkalkt worden. Die Fraktur ist noch nicht fest und bedarf weiterer Ruhigstellung.

Bis zum 22.2.1954 haben die Resorptionsvorgänge weiter zugenommen, und die Höhlen über den ganzen Bruchspalt ausgedehnt.

(Abb. 43). Die Stufenbildung tritt nun deutlich hervor. Die Navicularefraktur ist noch nicht fest. - Der Ellengriffel hat keinen Anschluss gefunden. - Gipswechsel.

Auch auf dem Bild vom 26.3.1954 ist der Bruchspalt noch deutlich erkennbar; seine Konturen haben aber keine Veränderung mehr erfahren. Da immer noch kein kalkdichter Schatten im Bruchbereich nachweisbar ist, wurde der Verdacht auf Pseudarthrosenbildung ausgesprochen. Weiterhin Ruhigstellung im Gipsverband.



Abb. 42



Abb. 43



Abb. 44

Am 30.4.1954 (Abb. 44) erscheint der Bruchspalt bis auf je eine kleine Unregelmässigkeit an dem radialen und ulnaren Kontur von knochendichtem Callus überbrückt. Die geringe Stufenbildung hat sich nicht mehr ausgeglichen; die Knochenatrophie ist wieder abgeklungen. Nach fünfmonatiger Ruhigstellung gilt die Fraktur nun als belastbar. - Übungsbehandlung.

Am 31.7.1954 erscheint die Fraktur als endgültig knöchern fest. Der Patient kam aber am 27.11.1954 noch einmal zur Beobachtung, da sich im Handgelenk Beschwerden einstellten. Die Aufnahme zeigte eine mässige Arthrosis deformans im Handgelenk, die wohl durch die Stufenbildung am Naviculare verursacht worden ist. Das Kahnbein selbst ist aber vollkommen konsolidiert und die Frakturteile

nur noch durch die Stufe gekennzeichnet.

Fall XV, Archiv-Nr. 294654. Der 24 jährige Patient R. J. stürzte am 9. 6. 1955 auf die rechte Hand, und kam noch am selben Tag wegen einer schmerzhaften Schwellung des Handgelenkes nach dem Sturz in die Klinik.

Die Röntgenaufnahme (Abb. 45) zeigte einen etwa 1 mm breiten Frakturspalt mit gezackten Rändern im proximalen Kahnbeindrittel. - Gipsverband.



Abb. 45



Abb. 46



Abb. 47



Abb. 48

Am 29. 7. 1955 (Abb. 46) ist der Bruchspalt noch in seinem ganzen Verlauf deutlich sichtbar, wobei er besonders im proximalen Fragment höhlenförmig erweitert ist. Bei der erstgradigen Knochenatrophie erscheint das proximale Bruchstück deutlich kalkdichter als seine Umgebung. - Ruhigstellung der Fraktur wird fortgesetzt. Bis zum 18. 8. 1955 sind die resorptiven Vorgänge weiter fortgeschritten, und haben nun auch im distalen Bruchstück eine Höhle ausgespart (Abb. 47). Im Bruchbereich lassen sich noch keine Kalkeinlagerungen erkennen. An diesem Befund hat sich bis zum 16. 9. 1955 im Wesentlichen nichts geändert. - Weiterhin Ruhigstellung.

Am 10. 10. 1955 scheinen kalkdichte Einlagerungen im Bruchspalt erkennbar gewesen zu sein, da hier die Gipsbehandlung nach viermonatiger Dauer abgesetzt wurde. Die Bilder von diesem Tag sind nicht mehr vorhanden.

Am 9. 11. 1955 ist der Bruchspalt noch wahrnehmbar, erscheint aber wolkig verwaschen; die Höhlen sind mit knochendichter Substanz ausgefüllt. Das proximale Fragment wird nun möglicherweise als Zeichen für die Revaskularisierung zonenweise entkalkt.

Am 21. 12. 1955 ist der ganze Bruchspalt bis auf einen radialen Randspalt mit Knochencallus überbrückt. Der Bruch ist fest. Die Kasuistik liesse sich natürlich noch weiterführen, was aber den Umfang der Arbeit zusehr vergrößern würde. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Kahnbeinbrüche mit umschriebener Höhlenbildung, wie in Fall XII dargestellt, meist innerhalb normaler Zeit fest werden, während solche mit ausgedehnteren Resorptionerscheinungen, wie wir sie in den Fällen IV, VIII, X und XIII bis XV beobachteten, im allgemeinen erst nach erheblichen Verzögerungen der

Bruchheilung verknöchern. In der folgenden Tabelle wurden frisch zur Behandlung gekommene Navicularefrakturen erfasst, die im Laufe der Behandlung Resorptionszysten zeigten. Dabei zeigt sich ein deutlicher Unterschied in der notwendigen Behandlungszeit zwischen den Brüchen mit schmaler umschriebener Resorptionszyste, und solchen mit ausgedehnteren Resorptionszonen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Ruhigstellung bis zu 10 Wochen für Brüche im proximalen Drittel im Bereich des Normalen liegt.

Notwendige Behandlungs- dauer	Brüche mit umschriebener Zyste 12 = 100 %	Brüche mit ausgedehnter Resorption 11 = 100 %
6 Wo.	3 = 25,00 %	1 = 9,10 %
8 Wo.	5 = 41,60 %	2 = 18,20 %
10 Wo.	1 = 8,33 %	- . -
3 Mte.	- . -	5 = 45,45 %
4 Mte.	2 = 16,70 %	3 = 27,27 %
7 Mte.	1 = 8,33 %	- . -

Tabelle 2

Worauf in dem Einzelfall die Heilungsdauer von 7 Monaten zurückzuführen ist, lässt sich aus den Unterlagen nachträglich nicht mehr feststellen.

Aus den geschilderten Fällen sowohl wie aus der Statistik geht deutlich hervor, dass grössere traumatische Höhlenbildungen für die Fraktur eine erhebliche Heilungsverzögerung bedeuten. Allerdings ist bei konsequenter ruhigstellender Behandlung die Möglichkeit zur knöchernen Heilung in den meisten Fällen gegeben. In Einzelfällen kann die Höhle aber auch einmal Ursache einer Pseudarthrose werden, wie wir das im Falle IX annehmen. Diese Vorkommnisse darf man jedoch nicht verallgemeinern.

Wir kommen also zu dem Ergebnis, dass die traumatische Höhlenbildung eine Folge der Gewalteinwirkung ist, und sie tritt auch bei Ruhigstellung der Fraktur auf. Die knöcherne Festigung des Bruches hängt dabei in erster Linie von der Geschwindigkeit ab, mit der die nekrotische Spongiosa resorbiert werden kann.

III. DIE PSEUDARTHROSENBILDUNG AM KAHNBEIN

Bezüglich der Pseudarthrosenbildung am Kahnbein wurde manches in den früheren Abschnitten vorweggenommen. Dort wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Navicularepseudarthrose wohl meistens als eine Fehldifferenzierung des Granulationsgewebes zu bindegewebiger und knorpeliger Substanz aufgefasst werden kann, und in erster Linie durch funktionelle Beanspruchung während der Heilungsphase bedingt ist. Aber auch die schlechte Resorption der Spongiosatrümmer bei umfangreicheren Zerstörungen kann durch Behinderung der Callusbildung zur Pseudarthrose führen. Unter den an unserer Klinik behandelten frischen Frakturen konnten nur drei sichere Pseudarthrosenbildungen beobachtet werden. Vier weitere Fälle wurden zwar bei Schluss der Behandlung als Pseudarthrosenbildungen angesprochen, es kann aber nicht gesagt werden, ob hier nicht im Laufe der Jahre doch noch Verknöcherung stattgefunden hat. Jedenfalls erschien von diesen Patienten trotz Aufforderung keiner zur Nachkontrolle, was auf eine gewisse Beschwerdefreiheit hindeutet. Zwei der sicheren Pseudarthrosenbildungen wurden bereits in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben. Eine davon beruhte auf fehlender Behandlung (Fall III), die Entstehung der zweiten wurde eingehend in Fall IX dargelegt. Beim dritten Fall, von dem uns die Bilder nicht vorlagen, handelt es sich um eine Trümmerfraktur des Kahnbeines, mit starker Dislokation des distalen Fragmentes, wobei es zur Trennung der Gelenkverbindung zu den Multangula gekommen ist. Dem Patienten war ein 10 kg schweres Holzstück auf die Hand gefallen. Trotz des Versuches einer operativen Reposition kam es zur Bildung einer Pseudarthrose in teilweiser Subluxationsstellung des distalen Fragmentes. Es trat keinerlei Callusbildung in Erscheinung.

Auch von den vier Fällen mit unsicherem Ausgang in Pseudarthrosenbildung fehlten grösstenteils die Röntgenbilder, sodass man sich weder über den ursprünglichen Zustand, noch über den Verlauf irgend eine Vorstellung machen kann. Nur von einem Fall lag die vollständige Bilderserie vor, der deswegen hier noch beschrieben werden soll. Aber gerade bei diesem halten wir in Anbetracht der Fälle V und XI eine endgültige Pseudarthrose für sehr fraglich.

Fall XVI, Archiv-Nr. 253037. Der 43 jährige Patient M. Z. zog sich am 24.4.1951 eine Verletzung des linken Handgelenkes zu, und kam am 29.4.1951 also fünf Tage später deshalb in die Klinik.

Röntgenologisch ergab sich eine deutlich erkennbare Querfraktur des Naviculare am Übergang zum distalen Drittel (Abb. 49).

Am 8.6.1951 erscheint der Bruchspalt 1 mm breit und scharf gezeichnet. Im radialen Bereich ist etwas Callusbildung nachzuweisen. Bei der geringen Knochenatrophie erweist sich das proximale Fragment als deutlich dichter als die Umgebung. - Die Fraktur ist nicht fest.

Am 5.7.1951 ist der Bruchspalt immer noch deutlich sichtbar, wenn auch verwaschen gezeichnet. Das proximale Fragment beginnt sich in unmittelbarer Nähe des Bruchspaltes zu entkalken.



Abb. 49



Abb. 50

Auch am 7.8.1951 ist der Bruchspalt noch deutlich sichtbar. Der proximale Bruchrand erscheint leicht sklerosiert. Die Entkalkung hat proximal zugenommen (Abb. 50). - Dieser Zustand wurde als Pseudarthrose angesprochen. Weitere Kontrollen erfolgten nicht mehr.

Es ist also hier nicht eindeutig festzustellen, ob es wirklich zu einer Pseudarthrosenbildung gekommen ist.

Das kleine Material an Pseudarthrosen lässt eine Diskussion über ihre Entstehung kaum gerechtfertigt erscheinen, zumal die drei sicheren Pseudarthrosenbildungen aus mechanischen Gegebenheiten vollkommen erklärbar sind. - Auch wäre es müssig, alle alten Theorien über die Ursachen der Kahnbeinpseudarthrose, die zum grössten Teil für überholt gelten dürfen, hier noch einmal aufzuzählen. Wir verweisen diesbezüglich auf die zusammenfassenden Arbeiten von SCHNEK (1930) und ROSTOCK (1935).

Die Bedeutung der ruhigstellenden Behandlung für die Heilung des Navicularebruches wurde bereits früher eingehend erläutert. Aber auch Bewegungen kleineren Umfanges wie sie bei der Behandlung mit der dorsalen Gipsschiene an der Hand möglich sind, scheinen für extreme Heilungsverzögerungen eine Rolle zu spielen. Besonders jüngere Patienten zeigten vermehrt schlechte Frakturheilung am Naviculare. Es ist wahrscheinlich, dass die verletzte Hand trotz Gipsschiene bei diesen jungen Leuten vermehrt zu allerlei Verrichtungen des täglichen Lebens und des Sportes gebraucht wird (siehe den Motorradfahrer in Fall V), was aber, wie REHBEIN zeigen konnte seine Belastung des gebrochenen Naviculare bedeutet. Es ist aber abzuwarten, ob die Faustgipsbehandlung, wie sie jetzt immer mehr eingeführt wird, auf lange Sicht wesentlich bessere Ergebnisse zeitigt, als die Behandlung mit der Gipsschiene.

Ob der Ausschaltung des proximalen Fragmentes aus dem Kreislauf eine Bedeutung für die Pseudarthrosenbildung zukommt, ist nach unseren Beobachtungen sehr fraglich. Lediglich bei gleichzeitigem Auftreten von Wackelbewegungen der Bruchstücke könnte sie einen

hemmenden Faktor für die Verknöcherung darstellen. Denn nach KROMPECHER besteht die auslösende Ursache für die Faserknorpelbildung in einer Mangeldurchblutung des Granulates. Diese ist aber eher gegeben, wenn die Gefässe nur von einem Bruchstück aus in den Spalt einsprossen, anstatt von beiden aus.

Gesteigerte Aufmerksamkeit ist dagegen dem Heilungsverlauf bei grösseren Höhlenbildungen zu schenken, da diese, vor allem bei Brüchen im proximalen Drittel für eine Pseudarthrosenbildung Anlass sein können. - Ursächlich sind ältere Pseudarthrosen in den meisten Fällen auf traumatische Frakturen zurückzuführen. Differentialdiagnostisch können alle bei den Höhlenbildungen besprochenen Erscheinungen am Kahnbein natürlich auch für eine Pseudarthrose verantwortlich gemacht werden. Das früher sehr viel erwähnte Naviculare bipartitum tritt so selten in Erscheinung, dass es kaum der Erwähnung bedarf.

Die Behandlung der Kahnbeinpseudarthrose kann nur noch eine operative sein. Mit der Operation nach MATTI wird meist die knöcherne Konsolidierung erreicht. Die funktionellen Ergebnisse werden aber häufig durch die bereits vorhandene Arthrosis deformans nicht gut. Die Pseudarthrosenoperation hat deshalb nur Sinn, wenn sie sehr früh, noch bevor arthrotische Veränderungen im Handgelenk aufgetreten sind, ausgeführt wird.

DÖRFERS mit dem geringen Periostüberzug des Kahnbeines, und damit, dass Brüche im distalen Drittel nur unter geringer periostaler Callusbildung und solche im proximalen Drittel ohne jede periostale Callusbildung heilen müssen.

Verzögerungen der Bruchheilung am Naviculare sowie Pseudarthrosenbildungen sind in erster Linie durch mangelnde Behandlung, bzw. durch funktionelle Beanspruchung des Handgelenkes während der Heilungsphasen bedingt (Fälle I - V). - Auch grosse Resorptionszysten dürften die Heilung erheblich verzögern, wogegen kleinen umschriebenen Zysten keine Bedeutung zuzukommen scheint (Fälle XI - XV und Tabelle 2). In Fall VIII blieb eine grosse Höhle für immer bestehen, obwohl der Bruch fest wurde, und im Falle IX kam es unter ausgedehnter Höhlenbildung zur Pseudarthrose.

Die Zerstörungen der Knochensubstanz, deren Resorption später zu den Höhlenerscheinungen auf dem Röntgenbild führt, entstehen nach unserer Meinung im Augenblick der Gewalteinwirkung und lassen sich nach den Untersuchungen von HAASE erklären. Solche Höhlenbildungen treten auch bei konsequent ruhiggestellten Brüchen auf. In differenzialdiagnostischer Hinsicht interessiert, erstens, wie alt eine Navicularefraktur mit deutlichen Höhlenbildungen ist, wenn diese auf dem ersten Röntgenbild bereits vorhanden sind, und zweitens, gegen welche andere, ähnliche Erscheinungen diese abgegrenzt werden müssen. - Während Hirsch eine Höhle an einer 3 Tage alten Fraktur beschrieb, bei der die Spongiosatrümmer im Bruchhämatom aufgeschwemmt waren, werden Resorptionszysten nach SCHNEK erst 3 Wochen nach dem Unfall erkennbar. HIRSCHs Befund war aber in diesem Sinne keine Resorptionszyste. - Wir versuchen den Fall VI nach HIRSCHs Erfahrung zu erklären. Dagegen ist im Fall X das angegebene Alter der Fraktur von 3 Tagen bei bestehenden grossen Resorptionshöhlen sehr fraglich. Der Fall konnte jedoch nicht einwandfrei geklärt werden.

Abzugrenzen sind Zystenerscheinungen bei Kahnbeinbrüchen gegen eingebrochene Knochenzysten (Fall VII), gegen Refraktion einer alten Navicularefraktur, die unter Höhlenbildung fest geworden war (Fälle VIII und IX), sowie gegen Berufsschäden durch Mikrotraumen, vielleicht auch gegen eine Resorptionshöhle, die von einem früheren Trauma herrührt, das nicht zu einer kompletten Fraktur führte. Die Theorie der Zystenentstehung im Sinne PREISERS rückt nach dem gegenwärtigen Literaturstand mehr in den Hintergrund. Die Diskussion der durch die Höhlenbildungen bedingten Probleme war ein Hauptanliegen dieser Arbeit.

LITERATURVERZEICHNIS

- Aleksić, A. : Die Biologie der Callusbildung.
Zitiert nach einem Referat in:
Fortschr. Röntgenstr. 82 (1955), S. 146.
- Bierlin, G. und D. Reisch: Über das Sudecksche Syndrom nach Frakturen. Fortschr. Röntgenstr. 82 (1955), S. 1.
- Boerma, I. : Über die Pseudarthrose des Os naviculare manus. Arch. orthop. 38 (1938), S. 42.
- Böhler, L. : Technik der Knochenbruchbehandlung.
Band I. Verlag Maudrich, Wien,
4. Aufl. 1933.
- Bürkle de la Camp, H. : Wandlungen und Fortschritte in der Lehre von den Knochenbrüchen.
Langenbeck's Archiv 276 (1953), S. 163.
- Dubois, M. : Der Mechanismus der Fraktur des Naviculare und die Pseudarthrosenbildung.
Schweiz. med. Wschr. 46 (1930), S. 1074.
- Düben, W. : Der frische und veraltete Kahnbeinbruch.
Med. Klinik 48 (1953), S. 902.
- Frosch: Beiträge zu den Frakturen des Os naviculare manus.
25. orthop. Kongress 53 (1931), S. 189.
- Geissendörfer, H. : Erfahrungen und Ergebnisse mit der Nagelung bei 21 veralteten Kahnbeinbrüchen der Hand. Zbl. Chir. 75 (1950), S. 906.
- Giesecking, H. : Die Nagelung als Behandlungsmassnahme beim frischen und veralteten Kahnbeinbruch.
Zeitschr. Orthop. 80 (1951), S. 597.
Die Spaltbildung im Kahnbein als posttraumatische Pseudarthrose. Fortschr. Röntgenstr. 74 (1949), S. 596.
- Haase, W. : Schubebenen und Zerrüttungszonen beim Knochenbruch.
Arch. orthop. 37 (1937), S. 592.
- Hasselwander, A. : Zitiert nach Rostock, siehe dort.
- Hirsch, M. : Über Fortschritte in der Lehre von der Fraktur des Os naviculare carpi.
Fortschr. Röntgenstr. 15 (1910), S. 221.
- Hirsch, M. : Zitiert nach Rostock, siehe dort.

ZUSAMMENFASSUNG

Nachdem man erkannt hatte, dass es sich bei den meisten Fällen von geteiltem Os naviculare um posttraumatische Pseudarthrosen handele, befassten sich eine ganze Reihe von Autoren, besonders PREISER, HIRSCH, WOLLENBERG, LEXER und LÜTZELER, sowie SCHINZ mit dem Problem der Kahnbeinfrakturen und Pseudarthrosenbildungen. Sie hielten jedoch den Kahnbeinbruch für unheilbar. Dabei fielen ihnen schon Erscheinungen wie Höhlenbildung und Teilnekrose eines Fragmentes auf.

Erst BÖHLER konnte um 1930 zeigen, dass bei konsequenter Ruhigstellung des Handgelenkes im Gips, die meisten Navicularefrakturen knöchern heilten. Für den langwierigen Heilungsverlauf von mindestens 6 Wochen machte er die schlechte Blutversorgung des Kahnbeines verantwortlich, wobei ihm besonders die höhere Kalkdichte des proximalen Fragmentes bei der posttraumatischen Knochenatrophie (SUDECK), die er als Folge mangelnder Ruhigstellung erachtete, auffiel. Er betrachtet die mangelnde Entkalkung des proximalen Bruchstückes als ein Zeichen für die Unterbrechung der Blutversorgung des Fragmentes, und er schreibt daher Brüchen im distalen Drittel des Kahnbeinkörpers bessere Heilungstendenz zu, als solchen im proximalen Drittel. Die Höhlenbildung fasste er als Folge mangelnder Ruhigstellung auf.

Die Literatur nach BÖHLER befasst sich besonders mit Behandlungsberichten und Erklärungsversuchen für die langsame Heilung. Zusammenfassende Arbeiten lieferten SCHNEK 1930 und ROSTOCK 1935. Sonst veröffentlichten in Einzelarbeiten besonders BÜRKLE DE LA CAMP, BOEREMA, GEISSENDÖRFER, GIESEKING, JAHNA, OBERMAYER, PFAB und ZÖLLNER, REHBEIN und DÜBEN, REICH, RITTER, RÜTHER und H. VIRCHOW. Dabei fanden immer die Höhlenbildung, die mangelnde Entkalkung des proximalen Fragmentes, sowie die Behandlung der Pseudarthrosen Beachtung. Auch die Differentialdiagnose der Höhlenbildungen gestaltet sich zu einem Problem. - Als Behandlungsmethode der frischen Frakturen hat sich die Ruhigstellung nach BÖHLER heute allgemein durchgesetzt. Wichtig ist dabei die Frühdiagnose. Als Behandlung der Pseudarthrosen hat sich besonders die Spongiosapfropfung nach MATTI bewährt, die aber nur einen vollen Erfolg hat, solange sich noch keine Arthrosis deformans im Handgelenk entwickelt hat.

Wir haben das Verhalten der Kahnbeinfrakturen am Krankengut der Chirurgischen Klinik der Universität München untersucht. In den Jahren 1951 mit 1955 kamen hier insgesamt 126 solche Frakturen zur Behandlung. Weiter wurden 21 alte Pseudarthrosen, die aber nicht an der Klinik behandelt worden waren, beobachtet. - Von 8 frischen Fällen waren die Röntgenaufnahmen nicht mehr vorhanden. 2 Infraktionen, sowie 13 Abrissfrakturen des Tuberkulum oder der radialen Kante heilten ohne Schwierigkeiten. Bei einer Abrissfrak-

tur kam es zur Nekrose des Abrisses, und ein weiterer Abriss fand keinen Anschluss an den Kahnbeinkörper.

Von 103 Querfrakturen des Kahnbeinkörpers heilten 96 Fälle knöchern, 3 bildeten mit Sicherheit Pseudarthrosen, und bei 4 weiteren wurde bei Schluss der Kontrollen Pseudarthrosenbildung angenommen, ohne dass über ihr wirkliches Schicksal etwas Endgültiges gesagt werden könnte. In den Fällen V und XI zeigte sich, dass zwei zunächst als Pseudarthrosenbildungen angesehene Frakturen, sich im Laufe von zwei bzw. vier Jahren doch noch festigten. - Die Ursachen der drei sicher erfolgten Pseudarthrosenbildungen lassen sich aus mechanischen Momenten erklären. Bei einem Fall lag eine Trümmerfraktur vor, ein weiterer kam erst 2 1/2 Monate nach dem Unfall in ärztliche Behandlung. Im 3. Fall kam es mehrmals zu Kahnbeinbrüchen mit Auftreten einer grossen Resorptionszyste, die die Festigung des Bruches verhindert haben dürfte (Fall IX).

In 84 von 101 Querbrüchen kam es trotz konsequenter Ruhigstellung vom ersten Tag an zur SUDECK'schen Atrophie im Handgelenk. Bei 23 dieser 84 Frakturen wurde das proximale Fragment nicht mitentkalkt. Die Brüche im proximalen Drittel zeigen prozentual häufiger diese Erscheinung als solche im distalen Drittel. Wir erachten dabei die mangelnde Entkalkung des Bruchstückes als ein Zeichen für die Unterbrechung seiner Blutversorgung.

Über die Blutversorgung des Kahnbeines liegen Arbeiten von JUCH, LEXER und LÜTZELER, sowie WATSON JONES vor. Wir lehnen uns auf Grund unserer Erfahrungen an die Ergebnisse des Letzteren an, wonach in 1/3 der Fälle alle Gefässe im distalen Drittel eintreten und nur in 1/3 der Fälle auch im proximalen Drittel Gefässe münden.

Nach Pseudarthrosenbildung kann es, wenn die Revaskularisierung des proximalen Fragmentes ausbleibt, zur Teilnekrose des Bruchstückes kommen, was wir in 8 Fällen von den 21 alten Pseudarthrosen beobachteten. Bei ruhigstellender Behandlung wird jedoch die Revaskularisierung in den meisten Fällen erreicht. In einigen Fällen beobachteten wir eine zonenweise Entkalkung des Bruchstückes im Verlaufe der Heilung. Diese Erscheinung könnte eventuell als Zeichen der Revaskularisierung betrachtet werden. In den Fällen, in denen bei deutlicher Entkalkung der Handwurzelknochen das proximale Stück auch entkalkt wird, verneinen wir eine Unterbrechung der Blutversorgung dieses Fragmentes. Ein besonderes Verhalten der Brüche mit mangelnder Entkalkung des proximalen Bruchstückes bezüglich des Heilungsverlaufes, konnten wir nicht beobachten.

Auf Grund unserer Erfahrungen erachten wir eine Heilungsdauer bei Navicularebrüchen im distalen Drittel bis zu 6 Wochen, und im proximalen bis zu 10 Wochen als normal. Diesen verhältnismässig langen Verlauf erklären wir uns nach einer Darstellung GEISSEN-

- Jahna, H.: Die konservative Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches der Hand. Verhandlungen der deutschen orthop. Gesellschaft 43 (1956), S. 156. Behandlung und Behandlungsergebnisse von 734 frischen einfachen Brüchen des Kahnbeinkörpers der Hand. Zitiert nach: Zeitschr. f. Orthop. 85 (1955), S. 647.
- Juch, O.: Über die Blutversorgung der Handwurzelknochen. Inaug. Dissert. Göttingen 1901.
- Köberlein, W.: Persönliche Information.
- Krompecher, St.: Zitiert nach Schinz - Baensch, siehe dort. Die Beeinflussbarkeit der Gewebsdifferenzierung der granulierenden Knochenoberflächen, insbesondere der Callusbildung. Langenbeck's Archiv 281 (1955/56), S. 473.
- Lexner, E.: Zitiert nach Böhler, siehe dort.
- Lützel, H.: Zitiert nach Rostock, siehe dort.
- Nida, S. v.: Persönliche Information.
- Obermayer, E.: Behandlungsergebnisse mit dem Faustgipsverband bei 41 frischen Brüchen des Kahnbeines der Hand. Arch. orthop. 46 (1954), S. 551.
- Pfab, B. und F. Zöllner: Zur Pathologie der Handgelenksverletzungen. Deutsche Zeitschr. Chir. 233 (1931), S. 355.
- Pogrowski, A.: Os naviculara bipartitum bilaterale. Arch. orthop. 35 (1935), S. 313.
- Pöschl, M.: Persönliche Information.
- Preiser, G.: Eine typische posttraumatische und zur Spontanfraktur führende Ostitis des Naviculare carpi. Fortschr. Röntgenstr. 15 (1910), S. 189.
- Rehbein, F.: Zur Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches und der Kahnbeinpseudarthrose der Hand. Langenbeck's Archiv 260 (1947), S. 256.

- Rehbein, F. und W. Düben: Zur konservativen Behandlung des veralteten Kahnbeinbruches und der Kahnbeinpseudarthrose.
Arch. orthop. 45 (1952), S. 67.
- Reich, B.: Ein Fall von doppelseitiger Spaltung des Naviculare der Hand durch Berufsschädigung.
Arch. orthop. 32 (1933), S. 247.
- Ritter, U.: Anzeige, Erfolgsaussichten und Misserfolge bei der Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche und Kahnbeinpseudarthrosen.
Chirurg 24 (1953), S. 212.
- Rostock, P.: Die Navicularepseudarthrose.
Arch. orthop. 35 (1935), S. 193.
- Rüther, H.: Zur Behandlung der Pseudarthrosen am Kahnbein, Innenknöchel und Akromion.
Zeitschr. Orthop. 79 (1950), S. 485.
- Scherer, F.: Seltene Handgelenksbefunde.
Arch. orthop. 47 (1955), S. 481.
- Schinz, H. R.: Zitiert nach Rostock, siehe dort.
- Schinz, Baensch, Friedel, Uehlinger: Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Band I. Verl. G. Thieme, Stuttgart 5. Auflage, 1952.
- Schnek, F.: Die Verletzungen der Handwurzel.
Erg. Chir. 23 (1930), S. 1.
- Schnek, F.: Über die Behandlung der Handwurzelverletzungen.
25. Orthop. Kongress 53 (1931), S. 185.
- Virchow, H.: Alte Brüche des Naviculare carpi.
Virchow's Archiv 305 (1939), S. 108.
- Watson, Jones: Zitiert nach Rüther, siehe dort.
- Wollenberg, G. A.: Knochenzyste im Os naviculare.
Berliner Klin. Wschr. 48 (1911), S. 616.

Verzeichnis der Archivnummern der angeführten
Fälle

Fall I	Nr. 251101	Fall IX	Nr. 266693)
" II	Nr. 300782	"	255552)
" III	Nr. 299391	" X	Nr. 288216
" IV	Nr. 264569	" XI	Nr. 265878
" V	Nr. 284430	" XII	Nr. 271939
" VI	Nr. 267709	" XIII	Nr. 274184
" VII	Nr. 294978	" XIV	Nr. 278630
" VIII	Nr. 260377	" XV	Nr. 294654
		" XVI	Nr. 253037

LEBENS LAUF

Heinz Joachim Dehmel wurde am 11. Mai 1930 als Sohn des Technikers Fritz Dehmel in München geboren.

Nachdem er von 1937 bis 1942 die Volksschule in München besucht hatte, trat er 1942 an das Neue Realgymnasium München über, welches er am 17. Juli 1952 absolvierte.

Im Wintersemester 1952/53 immatrikulierte er als ordentlicher Studierender der medizinischen Fakultät der Universität München, an der er das ganze Medizinstudium zurücklegte. Nach dem Wintersemester 1954/55 legte er die ärztliche Vorprüfung ab die er am 15. April 1955 vollständig bestand. Nach einem klinischen Studium von sechs Semestern legte er im Frühjahr 1958 die ärztliche Prüfung ab.

Von Ostern 1956 ab beschäftigte er sich mit den Arbeiten zu Dissertation, zu der ihm Herr Professor Dr. M. PÖSCHL die Anregung gab.

